Diss. Uppsala
1920.

NATURWISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN
DES SAREKGEBIRGES IN SCHWEDISCH-LAPPLAND

GELEITET VON

DR AXEL HAMBERG,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT UPPSALA.

Bd III, BOTANIK. LIEF. 4. SONDERABDRUCK.

DIE VEGETATION DES SAREKGEBIETES

ERSTE ABTEILUNG.

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

VON

TOR ÅKE TENGWALL
(UPPSALA)

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

DRUCK VON CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM, 1920.

DIE VEGETATION DES SAREKGEBIETES

ERSTE ABTEILUNG

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

MIT ERLAUBNIS

DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN SEKTION DER WEITBERÜHMTEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT ZU UPPSALA AM 28. MAJ 1920 10 UHR VORMITTAGS IM HÖRSAAL DER PFLANZENBIOLOGISCHEN INSTITUT ÖFFENTLICH VERTEIDIGT WIRD VON

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

TOR ÅKE TENGWALL

LIC. PHIL. NORRL.

DRUCK VON CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM, 1920.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551518_0029

Die Vegetation des Sarekgebietes.

Von **Tor Åke Tengwall** (Uppsala).

ERSTE ABTEILUNG.

HIERZU TAF. 10 und 11.

Einleitung.

Vorliegende Arbeit gründet sich auf Untersuchungen, die auf Fahrten in der Lule Lappmark in den Sommern 1913—1918 angestellt wurden. Im ersten Sommer war ich mit Vegetationsstudien um den Vastenjaure und Virihaure herum beschäftigt. Schon im folgenden Sommer übernahm ich auf Vorschlag des Herrn Professors A. Hamberg die Untersuchung der Vegetationsverhältnisse des Sarekgebietes. 1914 besuchte ich das Gebirge in der Nähe von Pårek und durchstreifte den ganzen Njåtsosdalen; darauf wanderte ich durch die unteren Teile des Rapadalen. Im Sommer 1915 wurden die Untersuchungen im Rapadalen in der Gegend der Litnokhütte begonnen; von dort aus durchforschte ich das Tal und hatte während eines längeren Aufenthaltes in der Tjågnorishütte Gelegenheit, die oberen Teile des Rapadalen und die angrenzenden Berge sowie die Berge um den Perikjaure herum zu studieren. Von Tjågnoris ging die Fahrt durch den Alkavagge und weiter über den Unna Rissavare und den Hildomvare nach dem Staloluokta am Virihaure; während der Fahrt wurden mehrere Abstecher gemacht, um die angrenzenden Gebirge zu besuchen. Vom Staloluokta aus wurden Exkursionen sowohl nach dem östlichen wie dem südlichen Ufer des Virihaure unternommen, und u. a. der Unna Tokivare besucht. Die an dem Tal des Stalojokk liegenden Berge Kerkevare, Jålle und Jeknafo wurden ebenfalls bestiegen. Schliesslich wurde ein Ausflug nach dem Mattåive und dem Alatjåkko östlich vom Virihaure gemacht. Die Rückreise ging durch den Alkavagge und den Rapadalen nach Pårek. Im Sommer 1916 wurden gleichfalls grosse Reisen gemacht. Zu Beginn des Sommers besuchte ich das Gebirge in der Nähe von Kvikkjokk. Dann blieb ich einige Zeit in Pårek, von wo aus die Pårtegebirgsgruppe studiert wurde. Von dort führte

die Reise nach Litnok, wo in den unteren Teilen des Rapadalen komplettierende Untersuchungen ausgeführt wurden. Von der Skårkashütte, im mittleren Teile des Rapadalen gelegen, wo ich mich längere Zeit aufhielt, wurden zahlreiche Besuche nach den angrenzenden Gebirgen gemacht. Auf einer längeren Exkursion in den Sarvesvagge wurde besonders die grossartige Luotto-Hochebene studiert. Von Skårkas reiste ich nach dem Perikpakte und von dort nach dem Äpartjåkko. Dann ging die Wanderung durch den Kukkesvagge, wo auf der einen Seite die Berge der Sarekgruppe, auf der anderen Seite der Skanatjåkko und der Näntotjåkko untersucht wurden. Vom oberen Teile des Kukkesvagge setzte ich die Reise über den Skuolla nach dem südöstlichen Ufer des Vuojatätno, in der Nähe des Vastenjaure, fort. Nach einem Aufenthalt von einigen Tagen reiste ich nach dem Skuolla zurück, wo die angrenzenden Berge besucht wurden. Von dort zog ich nach dem Stuorra Påravaratj und weiter nach dem Alkajaure, wo die Berge Alkavare, Stuor Rissavare sowie Alatjåkko untersucht wurden. Vom Alkajaure ging die Reise nach der Mündung des Sarvesvagge, wo ich den Sarvestjåkko und Tjågnoris besuchte. Mit Aufenthalt an einigen Stellen wanderte ich von dort durch den Sarvesvagge nach Skårkas. Die Rückreise geschah über Litnok nach Pårek. — Während dieser vier Sommer wurden besonders die Pflanzengesellschaften und deren Ökologie studiert und regionale Untersuchungen angestellt; ausserdem wurde floristische Arbeit ausgeführt. Die Sommer 1917 und 1918 wurden zu Linientaxierungen der Vegetation benutzt; zudem waren mehr als früher die Waldgrenzen Gegenstand der Messungen und Studien.

Im Sommer 1917 fuhr ich auf dem Stora Luleälf nach Saltoluokta, von wo aus einige Exkursionen unternommen wurden. Von dort ging die Reise nach Aktse am Laitaure und durch den Rapadalen nach Skårkas, wo die Taxierungsarbeiten begannen. Insbesondere wurden die mittleren und oberen Teile des Rapadalen sowie die Umgebung des Perikjaure untersucht. Die Rückfahrt wurde auf demselben Wege wie die Hinreise gemacht. Auch im Sommer 1918 benutzte ich denselben Reiseweg, um das Sarekgebiet zu erreichen. Im mittleren und unteren Teile des Rapadalen sowie im Sarvesvagge wurden Taxierungen ausgeführt; ausserdem wurde der Birkenwald in der Gegend von Pårek und dem Säkok taxiert. Einige Tage heilt ich mich auf der Hochebene des Ivarlako auf, um Untersuchungen über die Ökologie und die Entwicklungsgeschichte der früh schneefreien Pflanzengesellschaften anzustellen. Die Rückfahrt ging auch dieses Jahr über Aktse und Saltoluokta.

Vor mir hatte T. Vestergren die Vegetation und die Gefässpflanzen in diesem Gebiete studiert. Ein Teil seiner Untersuchungen wurde dann in einem präliminären Aufsatz (Vestergren 1902) veröffentlicht. In wohlwollender Weise hat er mir seine Tagebücher und sein eingesammeltes Material zur Verfügung gestellt. Doch kommt die Benutzung desselben in dieser Arbeit

infolge der Schwierigkeit, die selbstverständlich in der Anwendung der Aufzeichnungen einer anderen Person liegt, nicht zum Vorschein. Sie waren mir jedoch von grossem Nutzen, um die Ausbreitung der Arten kennen zu lernen; das Artverzeichnis selbst soll in Bälde als eine besondere Arbeit herausgegeben werden.

Ausser den in der Lule Lappmark gemachten Untersuchungen werden hier die Resultate einer Reihe von Studien, die ich während meiner Besuche im Frühling und Herbst 1917 und 1918, sowie während der ganzen Vegetationsperiode 1919 in der Gegend des Torne Träsk ausgeführt habe, veröffentlicht. Ausserdem habe ich soweit als möglich Untersuchungen und Erfahrungen aus anderen von mir besuchten Gebirgsgegenden herangezogen. So bereiste ich im Sommer 1911 und 1912 die Gebirge in Jämtland und Härjedalen; im Juni 1915 besuchte ich die Lofoten und Vesteraalen und im Sommer 1919 hatte ich Gelegenheit, während einer Wanderung durch das nördliche Jukkasjärvi- und Karesuando-Kirchspiel in der Torne Lappmark, die von Th. C. E. Fries (1913) geschilderten Verhältnisse an Ort und Stelle zu beobachten. Durch alle diese Reisen und durch kürzere Besuche in den Gebirgsgegenden Nordschwedens und im nördlichen Norwegen hoffe ich genügend Erfahrungen gesammelt zu haben, so dass meine Darstellung der Verhältnisse in der Lule Lappmark nicht so einseitig werden wird, wie sie sonst leicht hätte werden können.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier dem Leiter der naturwissenschaftlichen Untersuchung des Sarekgebietes, Herrn Professor A. Hamberg, für die Bestreitung der Reisekosten und für den Druck der Abhandlung in seiner Publikationsserie sowie für das meinen Untersuchungen stets gewidmete Wohlwollen meinen Dank auszusprechen.

Zu grösstem Dank verpflichtet bin ich meinem Lehrer, Herrn Professor Rutger Sernander, unter dessen Leitung ich Gelegenheit gehabt habe, mich in die Methodik der Vegetationsforschung und in die in dieser Arbeit behandelten Probleme einzuarbeiten. Er. hat mir bei meinen Studien die grösste Aufmunterung zu Teil werden lassen und vieles aus dem Inhalt dieser Abhandlung wurde in dem von ihm geleiteten pflanzenbiologischen Seminar vorgetragen und diskutiert. Ich benutze ebenfalls diese Gelegenheit, meinem Freunde, dem Privatdozenten Thore C. E. Fries, für das meinen Untersuchungen dargebrachte Interesse und für das angenehme Beisammensein und die Zusammenarbeit in Abisko während der Jahre 1917—1919 zu danken. — Den übrigen Mitgliedern der pflanzengeographischen Upsalaschule möchte ich meinen Dank aussprechen für die an Ideen reichen Diskussionen und Gespräche, die ich mit ihnen gehabt habe. Meine Raisonnements und Arbeitsmethoden waren stets in vollem Zusammenklang mit denen dieser Schule und ich kann deshalb die vorliegende Abhandlung für einen Ausdruck ihrer Ansichten und Arbeitsweise halten.

Herr Dr Frans Kempe hatte die Güte, meine Reise im Sommer 1913 zu bestreiten, wofür ich ihm grossen Dank schulde. Zu meinem Aufenthalt im Torne Träsk-Gebiet erhielt ich die Mittel von der naturwissenschaftlichen Station Abisko, der ich hiermit meinen Dank darbringe. Durch die Kgl. Svenska Vetenskapsakademien erhielt ich zweimal Reiseunterstützungen. Von der Naturvetenskapliga Studentsällskapet zu Upsala wurde mir 1919 das Linné-Stipendium zugeteilt.

Von den Arten der Moosen und Flechten, die ich im Felde nicht selbst habe bestimmen können, wurden Proben genommen und diese wurden später von Spezialisten untersucht. So hat Herr Lektor H. W. Arnell die Moose bestimmt. Den grössten Teil der Flechten bestimmte Herr Amanuensis G. E. Du Rietz; der Rest wurde vom Herrn Privatdozenten Th. C. E. Fries untersucht. Allen diesen Herren bin ich hierfür sehr verbunden.

Für die Nomenklatur der Phanerogamen folgte ich im allgemeinen C. A. M. Lindman, »Svensk Fanerogamflora» (1918) und für Gefässkryptogamen »Förteckning öfver Skandinaviens växter», herausgegeben von Lunds Botaniska Förening, Lund 1907. Für die Moose benutzte ich die Arbeit von Arnell und Jensen (1907, 1910) und für die Flechten Th. M. Fries' Lichenographia Scandinavica (1871—1874).

Uppsala, Pflanzenbiologisches Institut, Frühjahrsemester 1920.

Allgemeine Übersicht über das Gebiet sowie Einteilung in Regionen.

Lage, Topographie, lose Ablagerungen, Geologie, Meteorologie. — Nadelwald und Nadelwaldgrenze. Regio subalpina. Regio alpina und ihre Einteilung.

Das in dieser Arbeit behandelte Gebiet umfasst ausser dem Sarekgebirge die westlich davon gelegenen Berge[1]) bis an die norwegische Grenze. Sein Flächeninhalt beträgt ungefähr 30—35 Quadratmeilen, wovon gegen 20 auf das Sarekgebirge kommen.

Die vom topographischen Gesichtspunkte wichtigsten Züge dieses Gebietes sind, wie A. Hamberg (1901) hervorgehoben hat, die Hochebenen, Täler und Gipfel. Die erstgenannten, welche 700—1200 m ü. d. M. liegen, haben ihre grösste Ausdehnung im Virihaure-Gebiete, sind aber auch mitten im Hochgebirge anzutreffen. Im Sarekgebirge werden die Hochebenen von in west-östlicher Richtung ziehenden Tälern durchschnitten, welche immer

[1]) Diese werden hier das westliche oder Virihaure-Gebiet genannt.

eine Wasserscheide besitzen, weshalb sie von zwei nach verschiedener Richtung laufenden Flüssen bewässert werden. Der am tiefsten liegende Punkt in den Tälern ist Laitaure, 500 m ü. d. M., und die Höhen der Talwasserscheiden liegen zwischen 851 und 1021 m. Im Virihaure-Gebiete fehlen diese für das Sarekgebirge so charakteristischen tiefen Täler und es zeichnet sich durch weichere Formen aus. Ganz im Westen senkt sich das Land rasch zu den grossen Seen Virihaure, 580 m ü. d. M., und Vastenjaure, 548 m ü. d. M.

Zwischen den tiefen Haupttälern des Sarekgebirges liegen Gebirgsstöcke, welche durch Nebentäler in selbständige Gipfel geteilt sind. Von diesen ist der Sarektjåkko, 2090 m, am höchsten, ausserdem sind eine grosse Anzahl

Fig. 1. Pastavagge, ein hochalpines Tal des Sarekgebietes. A. H—g phot. 11. Aug. 1897.

selbständiger Gipfel vorhanden, die über 1900 m Höhe hinausragen. Das Virihauregebiet besitzt nur wenige Berge, die höher als 1500 m sind. Südlich vom Virihaure übersteigen einige Gipfel 1800 m. Die beigefügten Photographien (Fig. 1—4) zeigen besser als Worte die oben angedeuteten topographischen Hauptzüge des Gebietes.

Das Sarekgebiet ist als Schwedens gletscherreichste Gegend bekannt; nach A. Hamberg (1901) belaufen sich diese auf ca 100. Im Gebirgsmassiv des Sarektjåkko bedecken die Gletscher nahezu 20 % des ganzen Areales. Das Virihauregebiet ist bedeutend weniger hochalpin und besitzt nur wenige Gletscher. Im äussersten Westen treten die Gletscher wiederum reichlich auf und unter diesen sei besonders der grosse Ålmajalosjekna erwähnt.

Der östliche Teil des Sarekgebietes gehört zum Wassergebiet des Lilla

Fig. 2. Der Komplex des Ruopsoktjåkko, des Åpartjåkko und des Perikpakte, vom N aus gesehen. A. H–g. phot. 29. Juli 1904.

Luleälf, aber die westlichen Partien desselben ebenso wie der grösste Teil des Virihauregebietes werden von den Quellenflüssen des Stora Luleälf gespeist. Infolge des Gletscherreichtums ist das Wasser der meisten grösseren Flüsse trübe; dasselbe ist auch in den Seen der Fall, besonders im Sarekgebiete, wo die Schlammengen im Wasser grossartige Deltabildungen verursacht haben. A. Hamberg (1901) hat das Gewicht des transportierten Schlammes im grössten Flusse, dem Rapaätno, der ungefähr 30 Gletscher entwässert, auf ca 180000 Tonnen per Jahr berechnet.

Von losen Ablagerungen sind vor allem die Moränen zu nennen. Diese treten teils als Grundmoränen, nicht selten in Form von drumlinartigen Hügeln, teils als Endmoränen auf; die letzteren kommen insbesondere vor den Talmündungen vor.

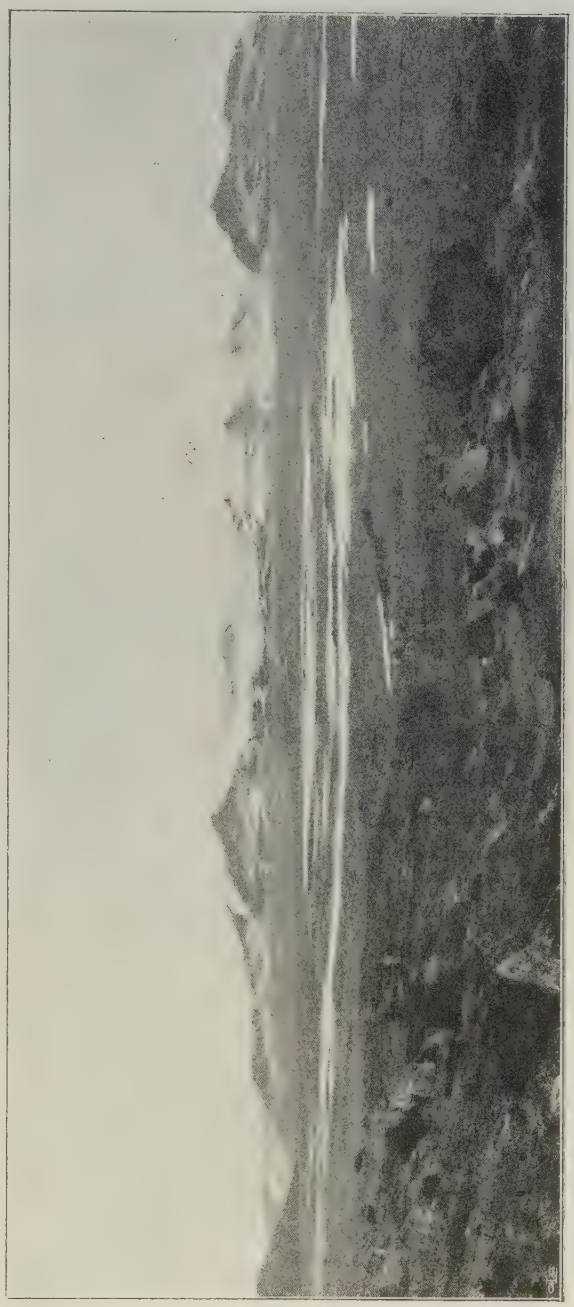
Am Mellätno unterhalb des Mattåive findet man den einzigen Ås in diesem Gebiete; dieser hat allerdings bedeutende Dimensionen, 1 km lang und 85 m hoch.

Die Uferlinien treten besonders reichlich auf und spielen stellenweise in der Topographie eine gewisse Rolle. Grössere Sandablagerungen sind jedoch selten und hauptsächlich im Virihauregebiet vorhanden.

In dem unteren Teile des Gebietes spielen die auf organischem Wege entstandenen Erdarten eine bedeutende Rolle. Die mächtigsten Bildungen sind die Torfmoore, welche indes infolge der topographischen Verhältnisse ziemlich klein sind und auch nicht besonders häufig vorkommen. Das grösste Moor liegt südlich vom Virihaure

in dem Tal des Stalojokk (Fig. 5). In den Waldgegenden ist der Boden bisweilen von einem bedeutenden Humuslager bedeckt. Auch in der *regio alpina* wird Humus gebildet; dieser besteht ebenso wie in den Wäldern vor allem aus Rohhumus (»Alpenhumus»). In kalkreichen Gegenden kommen doch auch mildere Humusarten vor.

Zu den losen Erdarten gehören auch die immer noch im Entstehen begriffenen Blockenmeere. In diesem Gebiete kommen sie ausschliesslich in der *regio alpina* und dort hauptsächlich auf hohen Niveaus vor. Im Sarekgebiete bedecken sie ausgedehnte Flächen, insgesamt mehrere Quadratmeilen; im Virihauregebiete werden sie nur auf den höchsten Bergen angetroffen. Die dem Buche beigefügte Vegetationskarte (Taf. 11) gibt einen Einblick in die Ausdehnung der Blockenmeere.



A. H—g phot. 21. Aug. 1902.

Fig. 3. Nordabhang des Sarektjåkko.

Die Geologie des Sarekgebietes wurde von A. Hamberg (1910 b) untersucht, der die Gesteine und Tektonik desselben in Kürze geschildert hat. An der Ostgrenze des Hochgebirges zieht sich ein schmaler Gürtel aus s. g. östlichem Silur in, der aus Tonschiefer, Quarzit und Sandsteinen besteht; bisweilen sind diese kalkhaltig. Unmittelbar im Westen des östlichen Silurs folgt eine Syenit-

scholle, deren Gesteine die grössten Flächen im Sarekgebiete bedecken, obgleich sie nur ausnahmsweise hohe Berge bilden. Die hierhergehörigen Gesteine sind im allgemeinen kalkarm, weshalb die Vegetation auf den Syenitbergen sehr oft recht einförmig und dürftig ist. Das hohe Gebirge im zentralen Sarekgebiete gehört zur Amphibolitscholle.

Obgleich die Amphibolite gegen die Verwitterung sehr widerstandsfähig sind, ist die Vegetation auf den aus diesen aufgebauten Bergen oft reich, was damit zusammenhängt, dass diese ziemlich kalkreich sein können. In der Amphibolitgruppe kommen nicht selten Kalksteine vor, wie z. B. auf dem Tjågnoris im Sarvesvagge. Im Virihauregebiete dominiert der westliche

Fig. 4. Die Luottoebene (1100—1300 m ü. d. M.) Verf. phot. 22. Juli 1916.

Silur, welcher aus leicht verwitternden Phylliten besteht; ausserdem treten Kalksteine, bisweilen in grosser Ausdehnung, auf. Als Beispiel hierfür sei der Aranåive nördlich vom Vastenjaure genannt. Auch im Sarekgebiete gibt es Phyllite; die grosse Hochebene Luotto ist aus solchen Gesteinen aufgebaut.

Festansässige Menschen fehlen in dem untersuchten Gebiete gänzlich. Es war deshalb lange Zeit ausgeschlossen, meteorologische Beobachtungen zu erhalten. Auf energisches Betreiben A. Hambergs wurden jedoch zwei meteorologische Observatorien im Sarekgebiete errichtet, die Stationen Pårtetjåkko, 1850 m ü. d. M., und Pårek, 710 m ü. d. M. Es wurden auch verschiedene andere meteorologische Arbeiten ausgeführt. Leider ist noch beinahe gar nichts von dem grossen Materiale veröffentlicht, weshalb die Kenntnisse über das Klima dieser Gegenden immer noch recht unbedeutend

sind und sich auf die von A. Hamberg in seinen Arbeiten 1901 und 1915 gemachten Angaben beschränken.

Die früheren Untersuchungen A. Hambergs beschäftigten sich hauptsächlich mit den Niederschlagsverhältnissen. Er kam zu dem überraschenden Resultate, dass die Niederschlagsmenge bei 1000 m ü. d. M. gegen 1000 mm betrug und bei 1500 m ü. d. M. bis gegen 3000 mm stieg. Jedoch hat mir Hamberg persönlich mitgeteilt, dass wenigstens die letztere Ziffer viel — vielleicht um die Hälfte — zu hoch sei, was er durch spätere Messungen erforscht habe. Die von ihm über die Temperaturen veröffentlichten Ziffernserien sind leider nicht hinreichend, um ein zuverlässiges Bild dieses Klimafaktors zu geben.

Die östliche Partie des Sarekgebietes liegt in dem kontinentalklimatischen Lappland und die niederschlagsreichen Westwinde haben hier ihren grössten

Fig. 5. Das Moor im Tale des Stalojokk unterhalb des Jeknafo. Verf. phot. 16. Aug. 1915.

Wassergehalt verloren. Das Virihauregebiet dagegen sowie die westlichen Teile des Sarekgebirges unterliegen dem Einfluss des maritimen Klimas. Die Ostwinde bringen in diesen Gegenden keine Niederschläge (vergl. Tengwall 1915).

Die Dauer der Vegetationsperiode in diesem Gebiete wechselt selbstverständlich stark mit der Höhe über dem Meeresspiegel. Es kann tatsächlich zu jeder Jahreszeit im Hochgebirge Schnee fallen. Jedoch pflegt während des Sommers der Neuschnee rasch zu schmelzen, aber schon Mitte August oder noch etwas früher können die Berggipfel schon ihr Winterkleid angelegt haben.

Das Wiedererwachen des Pflanzenlebens im Gebirge beginnt ungefähr Mitte Mai; es sind da jedoch nur einzelne Arten, welche Lebenszeichen aufweisen. Erst einen Monat später ist der Schnee im Birkenwald geschmolzen und zur Sommersonnenwende ist der Birkenwald im allgemeinen grün. Auf dem Kahlgebirge liegen zu dieser Zeit verschiedene Pflanzengesellschaften immer noch unter Schnee. Im Birkenwald beginnt der Laub-

fall Ende August und gegen Mitte oder Ende September kann die Vegetationsperiode als abgeschlossen angesehen werden. Die Verhältnisse variieren jedoch in verschiedenen Jahren bedeutend und ganz besonders auf dem Kahlgebirge. Für die *regio subalpina* kann die Vegetationsperiode auf 3 Monate geschätzt werden, für die unteren Teile der *regio alpina* auf 2 $^1/_2$ Monate und für die höheren auf 1 $^1/_2$ Monate und noch weniger.

Die *regio subalpina* grenzt nach unten an das Nadelwaldgebiet. In der Lule Lappmark liegt der Fall so, dass während in der Gegend des Stora Sjöfallet die Nadelwaldgrenze aus Kiefern besteht, die Fichte drei Meilen südlich davon, am Laitaure, der am höchsten steigende Nadelbaum ist. Wahlenberg unterschied in seiner Flora Lapponica (1812) zwischen *regio subsylvatica*, oder der reinen Kiefernwaldregion und der darunter liegenden *regio sylvatica*, wo neben der Kiefer auch die Fichte auftritt. Die dritte Lapplandsreise Wahlenbergs, 1807, führte ihn durch die Lule Lappmark über Kvikkjokk nach dem Virihaure. Dabei hatte er Gelegenheit zu beobachten, wie in der Kvikkjokkgegend »der Fichtenwald an den Gebirgshängen höher hinaufklettert als der Kiefernwald». (Wahlenberg, 1808, S. 42, 43.) Dies ist jedoch nur »eine lokale Erscheinung». (l. c.) Durch seine früheren Reisen im nördlichsten Lappland, wo tatsächlich eine »Kiefernwaldregion» existiert, kam Wahlenberg zu der Auffassung, dass die Kiefer in bezug auf Wärme weniger anspruchsvoll sei als die Fichte. Die obere Grenze der *regio sylvatica* in dem Tal des Lilla Luleälf hat Wahlenberg auf der Karte in Flora Lapponica (1812) bei Tjåmotis eingezeichnet, denn »dort beginnt der Fichtenwald auf dem freien Felde zu wachsen» (1808 S. 43). Höher hinauf sei die Fichte nur auf lokal begünstigten Berghängen zu finden. Doch wächst die Fichte in der Kvikkjokkgegend auch unten auf der Talsohle »in locis apricis» (vergl. Svenonius 1892). Kellgren (1893 a) hat die Vermutung ausgesprochen, dass die Fichte beim Besuch Wahlenbergs in der Kvikkjokkgegend dort nur in engeren Tälern vorgekommen sei und hält es für denkbar, dass sich die Verhältnisse seit 1807 nicht unbedeutend verändert haben. Tatsächlich dürfte dies jedoch kaum wahrscheinlich sein und es ist wohl eher anzunehmen, dass Wahlenberg unter dem Eindruck der mächtigen *regio subsylvatica* einer Konstruktion oder einem Gedächtnisfehler zum Opfer fiel, als es galt, die Verhältnisse in der Lule Lappmark darzustellen. Dass die Fichte zur Zeit von Wahlenbergs Besuch nicht nur auf die Berghänge lokalisiert war, geht aus Fig. 6 hervor, welche eine Reproduktion einer 1796 von dort gezeichneten Aussicht ist. Auf dieser kann man verschiedene Fichten in der Mitte des recht breiten Tales beobachten. Es dürfte keine Möglichkeit vorhanden sein, eine *regio subsylvatica* südlich vom Laitaure aufrechtzuerhalten, sondern die Nadelwaldgrenze ist hier so gut wie überall durch die Fichte gebildet.

In der Gegend des Stora Sjöfallet liegt die Nadelwald- (Kiefern-) Grenze ungefähr 500 m über dem Meeresspiegel. Am Laitaure steigt die Fichte bis gegen 675 m hinauf und möglicherweise etwas darüber hinaus, fällt aber schnell 175 m auf 5 km, so dass am Westende des Sees die Nadelwaldgrenze bei 500 m liegt. Oberhalb des Tatasjön gehen die höchsten Fichten bis 650 m hinauf, während die Kiefer ihre Grenze ungefähr bei 575 m hat. Auf dem Säkok bildet die Kiefer stellenweise die Nadelwaldgrenze und klettert bis gegen 600 m hinauf, aber auf demselben Berge werden Fichten

Fig. 6. Das Tal des Njakakjokk nahe Kvikkjokk.
Nach einem Kupferstich von J. F. Martin.

bis 650 m hinauf angetroffen. Bei Kvikkjokk steigt der Fichtenwald am Snjerak bis gegen 675 m hinan, während die höchsten Kiefern auf 550—600 m Höhe stehen. Vom Vallevare besitze ich Ziffern für Fichten auf 625 m, dort hört aber die Kiefer schon bei 450—500 m auf.

In der Gegend des Stora Sjöfallet besitzen wir also eine *regio subsylvatica,* welche jedoch weiter südwärts nicht aufrechterhalten werden kann. Da auf einer Strecke von drei Meilen die Fichten- und die Kieferngrenzen einander schneiden, ist es kaum glaublich, dass die Erklärung in den klimatischen Verschiedenheiten zwischen dem nördlichen und dem südlichen Gebiete zu suchen ist (vergl. L. L. Laestadius 1824). Die Fichte scheint in klimatischer Hinsicht mehr abgehärtet zu sein als die Kiefer (vergl. Middendorff 1864, Sernander 1902, S. 447), und die Existenz der »Kiefernregion» dürfte auf

historischen und edaphischen Ursachen und auf einem Zusammenwirken der beiden beruhen (vergl. Fries 1913).

In der Gegend des Stora Sjöfallet sind die Kiefernwälder grossenteils flechtenreich. Grosse Teile des Birkenwaldes gehören ebenfalls zu den flechtenreichen Heidewäldern. In einem Gebiete mit einer derartigen Vegetation ist es selbstverständlich, dass sich die Fichte nur ausserordentlich schwer geltend machen kann. Auch der Umstand, dass die Fichte erst in relativ später Zeit ihren Eroberungszug in den schwedischen Wäldern begann, dürfte eine kräftig dazu beitragende Ursache sein, dass sie in grossen Teilen des nordskandinavischen Nadelwaldgebietes fehlt (Nathorst 1885, Sernander 1892, 1917). Die neuesten Funde, welche von v. Post (1918) gemacht wurden, deuten zwar auf ein sehr hohes Alter der Fichte in unserem Lande, jedoch begann die Fichte erst während der subborealen Zeit reichlicher aufzutreten, um dann zu Beginn der subatlantischen Periode ihr Gebiet bis zu seiner heutigen Ausdehnung zu erweitern. Zwar hat Smith (1911) nachgewiesen, dass die Fichte schon zur subborealen Zeit in den Gebirgsgegenden Härjedalens aufgetreten ist, aber ein positiver Beweis dafür, dass sie auch in den Gebirgen Nordskandinaviens existierte, fehlt. Die Zeit, welche die Fichte zu ihrem Vordringen durch die flechtenreichen Kiefern- und Birkenwälder im nördlichen Lappland brauchte, beträgt wahrscheinlich nicht mehr als 2500 Jahre, ein Zeitraum, der als ziemlich kurz bezeichnet werden muss, wenn man in Betracht zieht, dass die guten Samenjahre an der Grenze der Fichte wahrscheinlich recht selten sind und die Konkurrenz mit Kiefer und Birke auf den Flechtenböden für die Fichte sehr hart war und es immer noch ist.

Vom Laitaure und südwärts ist, wie gesagt, die »Kiefernregion» verschwunden und die Fichte bildet die Nadelwaldgrenze. In diesem Gebiete finden wir auch ganz andere Vegetationsverhältnisse, welche teils durch topographische Ursachen, teils durch rein ökologische hervorgerufen sind. Die Fichtenwälder sind in diesen Gegenden moosreich, aber auch kräuterreiche Fichtenwälder kommen vor. Flechtenreiche Wälder, seien es nun Kiefern-, Birken- oder Fichtenwälder, fehlen vollständig. Die leichtverwitternden, oft kalkhaltigen Gesteine des östlichen Silurs haben im Verein mit einem ziemlich bedeutenden Wassergehalt im Substrate günstige Lebensverhältnisse für die Fichte geschaffen.

Oberhalb der zusammenhängenden Nadelwaldgrenze werden da und dort kleine Haine und einzelne Kiefern und Fichten angetroffen. Der bedeutendste Fichtenhain liegt im Rapadalen 520 m ü. d. M. und 7 km von dem zusammenhängenden Fichtenwald am Laitaure entfernt (vergl. A. Hamberg 1915) (Fig. 7). Er besteht aus über hundert grossen Fichten und die Verjüngung ist sehr gut. Ungefähr ein Kilometer westlich davon war ehemals ein Kiefernhain 550 m ü. d. M., von welchem infolge der Abholzung durch die

Lappen nun nur noch ein einziger Baum übrig ist, aber zahlreiche Stümpfe sprechen von der früheren Ausdehnung desselben. An anderen Stellen im Rapadalen gibt es einzelne Fichten oder bisweilen kleine Fichtenhaine von höchstens zehn Bäumen, so z. B. an einigen Stellen unterhalb des Vaikantjåkko sowie die im äussersten Westen stehenden Fichten unterhalb des Puoutavaratj. Schliesslich sei erwähnt, dass bei Pårek ungefähr 715 m ü. d. M. eine Kiefer beobachtet wurde, welche jedoch nicht mehr als $^1/_2$ m hoch war.

Oberhalb des Nadelwaldes beginnt die *regio subalpina*, wo die Birke der vorherrschende Baum ist. In dem Untersuchungsgebiete gibt es zwei getrennte Gebiete, die mit Birkenwald bewachsen sind. Das eine liegt im

Fig. 7. Inselförmiger Fichtenhain im Rapadalen ausserhalb des Zusammenhängenden Fichtenwaldes. A. H—g phot. 28. Juli 1914.

östlichen Teile des Sarekgebietes und seine Ausläufer erstrecken sich weit in das Tal des Sitojaure, in den Rapadalen und den Njåtsosdalen hinein. Die andere Birkenwaldpartie ist mehr unbedeutend und auf die östlichen Teile des Virihaure lokalisiert. (Vergl. die Vegetationskarte). Die vertikale Ausdehnung der *regio subalpina* variiert recht bedeutend. Obgleich Samuelssons (1917) Behauptung, dass die Fichte im Hochgebirge bei Kvikkjokk »unbedeutend unterhalb der Birkengrenze» aufhöre, kaum verteidigt werden kann, gibt es doch Beispiele dafür, dass die Mächtigkeit des Birkenwaldes nicht mehr als gegen 75 m beträgt; dies ist der Fall am Osthang des Vallevare sowie auf den östlichen Teilen des Tåresåive am Laitaure. Im allgemeinen aber ist der Höhenunterschied zwischen Nadelwald- und Birkenwaldgrenze bedeutend grösser. An der Mündung des Rapadalen beträgt er 300 m, am Säkok 150—200 m und in der Pårekgegend 150 m. Eine durchschnittliche Vertikalausdehnung der *regio subalpina* für das ganze Gebiet lässt sich kaum fixieren; es sei nur daran erinnert, dass Kellgren (1893 b)

für das Dalagebirge 50 m und als Maximalziffer für Härjedalen 200 m angibt. Die obere Grenze der *regio subalpina* oder die Waldgrenze liegt innerhalb des Untersuchungsgebietes auf wesentlich verschiedener Höhe. Hierüber soll weiter unten berichtet werden.

Oberhalb der Waldgrenze beginnt die *regio alpina*. Infolge ihrer bedeutenden vertikalen Ausdehnung hat man seit WAHLENBERGS Zeiten den Versuch gemacht, sie in Unterabteilungen zu teilen. Hierbei machten sich verschiedene Gesichtspunkte geltend. Eine Reihe von Forschern hat sich besonders an das reichliche Auftreten gewisser Arten gehalten, andere haben in der Verteilung der Pflanzengesellschaften ein Mittel zur Lösung dieser Frage zu finden geglaubt und endlich hat man dem Probleme entwicklungsgeschichtliche Gesichtspunkte zu Grunde gelegt. Noch kann man kaum sagen, dass diese Frage ihre endgültige Lösung gefunden hat. Die von WAHLENBERG in seiner Flora Lapponica (1812) gemachte Einteilung der *regio alpina* ist, wie er selbst andeutet (l. c. S. LV) hauptsächlich auf die Verhältnisse in der Torne Lappmark zugeschnitten. Schon vier Jahre früher hatte er eine Einteilung aufgestellt, die sich zunächst auf die Gebirge der Lule Lappmark bezog (WAHLENBERG 1808). Dadurch werden eine Reihe von Ausnahmen erklärt, welche sich in der erstgenannten Arbeit geltend machen. In seiner Einteilung vom Jahre 1808 nimmt WAHLENBERG 5 Regionen oberhalb der Waldgrenze an. Von Interesse ist u. a., dass er solche Arten wie *Empetrum nigrum, Cassiope tetragona, C. hypnoides* und *Diapensia lapponica* als charakteristich für die dritte Region bezeichnet, deren Grenzen 400, bzw. 600 m oberhalb der Waldgrenze liegen sollten. In der Flora Lapponica (1812) ist die Zahl der alpinen Regionen auf drei reduziert, nämlich *regio alpina inferior,* oder *alpes inferiores, alpium jugum,* welche auch *alpes superiores* oder *alpes nivales,*[1] sowie die oberhalb der Schneegrenze liegenden Teile der Gebirge, welche in Flora Suecica (1824) *alpium cacumina glacialia* genannt werden.

Die *regio alpina inferior* ging in der späteren Literatur oft unter dem Namen Weidenregion (vergl. NORMAN 1851). In der Tat ist dies wahrscheinlich auch ein Ausdruck für WAHLENBERGS Ansichten, denn in »De vegetatione et climate in Helvetia» (1813) sagt er (l. c. S. XXXV) »ad alpes altiores insignitur hujus regionis saltem pars inferior fruticetis copiosis — — — in Lapponia *Salice lanata* et *glauca*», und in Flora Carpatorum (1814) wird *Salix glauca* in den lappländischen Gebirgen mit *Pinus Mughus* in den Karpaten verglichen (l. c. S. LXX).

Den ersten Versuch, mit WAHLENBERGS allmählich ziemlich schematisierter Einteilung des Kahlgebirges zu brechen, machte VESTERGREN (1902) mit Ausgangspunkt vom Sarekgebirge. Die Verteilung der Pflanzengesellschaften

[1] Diese Region wurde von späteren Verfassern als *regio alpina superior* bezeichnet.

bildet für seine Regionen die Grundlage. Heintze (1913) und Samuelsson (1916, 1917) haben ebenfalls versucht, die *regio alpina* auf Grund der regionalen Verteilung der Pflanzengesellschaften einzuteilen. Fries (1917) hat jedoch gezeigt, dass keine dieser Einteilungen eine allgemeingültige Bedeutung hat, im Gegenteil die »Regionen» dieser Forscher können auf dem einen Gebirge wiedergefunden werden, auf einem andern in der Nähe gelegenen dagegen in umgekehrter Ordnung. Die Ursache der regionalen Verteilung der alpinen Pflanzengesellschaften beruht nämlich nicht auf klimatischen Faktoren, wie Samuelsson glaubhaft machen zu wollen scheint, sondern in der Hauptsache auf ökologischen Verhältnissen und vor allem scheint hierbei eine mehr oder weniger lang liegenbleibende Schneedecke eine bedeutende Rolle zu spielen. Fries verwirft deshalb ohne Zaudern alle früheren Einteilungen, aber auch für ihn macht sich die Notwendigkeit geltend, die *regio alpina* in Unterabteilungen zu zerlegen. Er geht dabei weniger von physiognomischen Gesichtspunkten als von geschichtlichen aus. Der untere Teil des Kahlgebirges, von Fries als *regio alpina I* bezeichnet, hat seine obere Grenze an der oberen Waldgrenze der postglazialen Wärmezeit. Oberhalb dieser liegt die *regio alpina II,* welche auch während der Wärmezeit oberhalb der damaligen Waldgrenze lag. Fries meint, dass während der postglazialen Wärmezeit nicht nur die Nadelwaldgrenze, sondern auch die Birkenwaldgrenze bedeutend höher als heutzutage gelegen sei; dies sei die Ursache für den subalpinen Einschlag, der sich in den unteren Teilen der *regio alpina* geltend machet.

Auch für die *regio alpina II* macht Fries eine (präliminäre) Einteilung und die Grenze zwischen den beiden Unterregionen setzt er mit dem Aufhören einer zusammenhängenden Vegetation und dem gleichzeitigen Auftreten der Blockenmeere fest.

Meiner Meinung nach ist die letztgenannte Grenze die am meisten hervortretende [vergl. auch Nilsson (-Cajanus) 1907]. Unterhalb der Blockenmeergrenze liegt der mit zusammenhängender Vegetation bedeckte Teil der *regio alpina* und oberhalb derselben breiten sich die gewaltigen Blockenmeere aus, welche oft gänzlich steril sind und wo die spärliche Vegetation aus Flechten, Moosen und vereinzelten Phanerogamen oder höchstens kleinen »Inseln» mit Phanerogamenvegetation besteht. Die Blockenmeer- oder Impedimentgrenze ist in den allermeisten Fällen deutlich markiert und lässt sich kartographisch leicht wiedergeben (vergl. die Vegetationskarte Taf. 11).

Den unter der Impedimentgrenze liegenden Teil des Kahlgebirges will ich *regio alpina fertilis* nennen und den darüber liegenden *regio alpina sterilis*.[1] Schon bei Wahlenberg (1808) findet man Andeutungen für die *regio alpina*

[1] Fries hat nunmehr seine Auffassung modifiziert. Seine *regio alpina I* entspricht meiner *regio alpina fertilis* und seine *regio alpina II* meiner *regio alpina sterilis*. In der erstgenannten Region unterscheidet Fries zwei Unterabteilungen, deren Grenze an der Waldgrenze der postglazialen Wärmezeit liegt.

sterilis; die zwei obersten seiner alpinen Regionen dürften wahrscheinlich nach der von ihm gegebenen Beschreibung zu urteilen, oberhalb der Impedimentgrenze liegen; was auf seiner Karte in Flora Lapponica als »*Summa cacumina alpium* etc.» bezeichnet ist, entspricht aller Wahrscheinlichkeit nach der *regio alpina sterilis.* Vestergrens (1902) vierte und oberste alpine Region, die mit Blocken bedeckten Gipfel, deren untere Grenze ungefähr 1400 m hoch liegt, fällt ebenfalls in die *regio alpina sterilis.* Zu bemerken ist jedoch, dass diese Region nicht nur die Gipfel umfasst, sondern oft auch die Hochplateaus. Die Höhe über dem Meeresspiegel für die Grenzen zwischen den Unterabteilungen der *regio alpina* variiert sehr und dies auch in demselben Gebirgskomplex oder für in der Nähe liegende Berge. Die Blockenmeere sind nämlich im grossen ganzen nach der Eiszeit entstanden

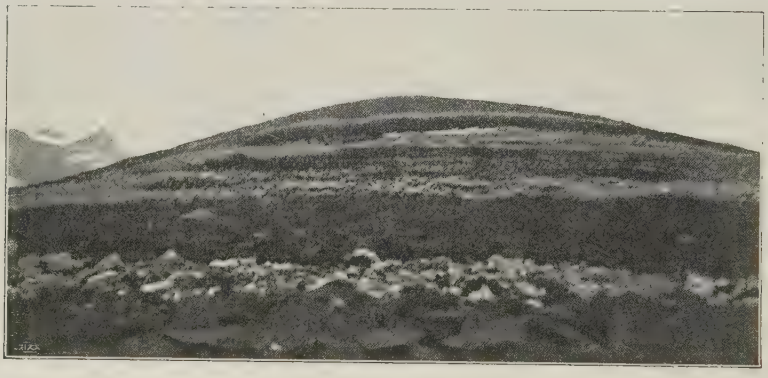


Fig. 8. Blockenmeer auf dem Pårtetjåkko bei etwa 1800 m ü. d. M., die stratigraphische Zusammensetzung des Untergrundes zeigend.
A. H–g phot. 9. Juli 1909.

und man kann oft wahrnehmen, wie die Stratigraphie des festen Gesteins in der Lagerung der Blocken zum Ausdruck kommt (Fig. 8). Die Ursache zur Entstehung der Blockenmeere liegt vor allem in der Frostsprengung (vergl. Svenonius 1909, Hamberg 1910 a.) Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Dauer der Schneebedeckung eine gewisse Rolle spielt und die Beschaffenheit der Gesteinsart für die Grösse und das Aussehen der Blöcke von Bedeutung ist, ebenso auch die verschiedene Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Gesteine gegen Frostsprengung. Die Gesteine selbst sowie die Verschiedenheit der Schneebedeckung beeinflussen deshalb die Lage der Impedimentgrenze. Als Beispiel für die verschiedene Höhe dieser Grenze auf nahe aneinanderliegenden Bergen kann ich den Ålkatjtjåkko anführen, wo sie an ca 1100 m ü. d. M. liegt, und dem Sarvatjåkko, wo die zusammenhängende Vegetation erst ca 1500 m ü. d. M. aufhört.

Die Vegetation der *regio alpina sterilis* besteht ausser von Steinflechten [siehe hierüber Nilsson (-Cajanus) 1907] aus Moosen. Die letzteren sitzen teils

an den Felsen fest (*Andraea*-Arten), teils bilden sie grosse Bülten, welche zwischen den Felsen eingekeilt sind. Bemerkenswert ist vor allem hier *Grimmia hypnoides;* eingesprengt in dieses kommt *Blepharostoma setiforme* neben Flechten, wie *Cetraria nivalis* und *cucculata* vor. Wo der Schnee lange liegen bleibt, fehlt auf den Felsenblöcken jegliche Vegetation; der äusserste Pionier auf Blockenschneeböden ist *Andraea Blyttii* (Vestergren 1902). Auch Phanerogamen sind in der *regio alpina sterilis* anzutreffen. Nach Vestergren (l. c.) sind die am höchsten hinaufkletternden Gefässpflanzen *Salix herbacea*, *Luzula arcuata*,[1] *Ranunculus glacialis*, *Lycopodium Selago*, welche er 1700 bis 1800 m über dem Meeresspiegel angetroffen hat. Zu diesen Angaben kann noch eine hinzugefügt werden; im Sommer 1914 wurden auf dem Pårtetjåkko, wenigstens 1900 m ü. d. M., *Ranunculus glacialis* und *Pedicularis hirsuta* gefunden, was der höchste Fundort für Phanerogamen in Schweden ist. Andere Arten, die in der *regio alpina sterilis* hoch hinaufsteigen, sind *Cassiope tetragona* (vergl. Fries 1917), *Silene acaulis* und *Poa arctica*.

Die Grenze zwischen Fries' (l. c.) *regio alpina I* und *regio alpina II* liegt in der *regio alpina fertilis* und er verlegt sie, wie gesagt, an die obere Waldgrenze der postglazialen Wärmezeit. Die unteren Teile des Kahlgebirges waren nämlich nach Fries zu jener Zeit mit Birkenwald bewachsen und in gewissen Teilen Skandinaviens sogar mit Nadelwald. Betreffs des Nadelwaldes haben nämlich eine Reihe von Untersuchungen an Torfmooren in verschiedenen Teilen der Gebirgsgegenden gezeigt, dass dieser ehemals bedeutend höher ins Gebirge hinaufgestiegen ist (150—200 m) als heutzutage. (Kellgren 1893 b, Sernander 1902, 1905, Andersson 1903, Birger 1908, Gavelin 1909, 1910, Fries 1910, 1913, Smith 1911, vergl. auch Hamberg 1915.) Dagegen fehlen aber Beweise dafür, dass die Birkenwaldgrenze eine ebenso grosse Verschiebung durchgemacht hat. Die einzigen dafür sprechenden Funde, dass die Birkenwaldgrenze früher höher lag als heute, sind die von Fries (1913) in der Torne Lappmark und von Birger (1908) und Smith (1911) in Härjedalen gemachten; alle haben ungefähr 100 m oberhalb der heutigen Waldgrenze fossile Birken angetroffen. Ich selbst habe in dem von mir untersuchten Gebiete keine Spur einer vertikalen Verschiebung der Birkenwaldgrenze gefunden, dagegen aber unzweideutige Funde, die auf eine horizontale Verschiebung von mehreren (wenigstens 3) Meilen am Vastenjaure und Virihaure hindeuten.

Tatsache ist indes, dass die unteren Teile der *regio alpina* im allgemeinen einen anderen floristischen Charakter haben als die oberen Teile (Fries 1917). Dieser macht sich oft bedeutend höher als 100 m oberhalb der Waldgrenze

[1] *Luzula arcuata* ist in diesem Gebiete selten und wird von Vestergren kollektiv aufgefasst; hier ist *Luzula confusa* gemeint.

geltend, denn bis 400 m oberhalb dieser habe ich »subalpinen» Einschlag in der Vegetation vorgefunden. Wir haben deshalb kaum ein Recht, diese subalpinen Arten als »Relikte» von Birkenwäldern der postglazialen Wärmezeit anzusehen, denn dass diese sich so hoch hinauf in das heutige Kahlgebirge erstreckt hätten, muss als in hohem Grade unwahrscheinlich bezeichnet werden. Einzig und allein mit Hilfe von subalpinen Arten eine frühere Waldgrenze zu konstruieren, wie dies in den Alpen (Schroeter 1895, Flahault 1901, Eblin 1901) getan wurde, dürfte kaum zu empfehlen sein. Dies haben auch Smith (1911) und Birger (1912) versucht, aber ihre Beweisführung kann nicht als bindend betrachtet werden. Der stärkste Einwand gegen das Aufrechterhalten der früheren Waldgrenze als pflanzengeographischer Grenze in der *regio alpina* scheint mir jedoch darin zu liegen, dass auf gewissen Bergen, nämlich den sehr schneereichen, in der Flora auf den unteren Teilen des Kahlgebirges kein subalpiner Einschlag entdeckt werden kann. Von der Waldgrenze an bis hoch hinauf dominieren Grasheiden, durch Schnee beeinflusste Wiesen und Schneebodengesellschaften und in diesen sind die subalpinen Arten infolge des lange liegenbleibenden Schnees ausgeschlossen. Auch auf den magersten Zwergstrauchheidebergen dürfte es schwer fallen, eine floristische Verschiedenheit zwischen den oberen und unteren Teilen der *regio alpina* zu entdecken. Wenigstens in diesen Fällen ist die Bedeutung der Waldgrenze der postglazialen Wärmezeit für die heutige Vegetation gleich Null. Welchen Einfluss die früheren Birkenwälder auf die unteren Teile des wiesenreichen Kahlgebirges auch haben mögen, so ist meiner Meinung nach eine Teilung der *regio alpina fertilis* weder motiviert noch notwendig.

Die Waldgrenzen in der Lule Lappmark.

Es liegt in der Literatur schon eine ziemlich grosse Anzahl von Messungen der Waldgrenzen in der Lule Lappmark vor. Im Jahre 1807 unternahm Göran Wahlenberg seine berühmte Reise durch diese Lappmark. Das Resultat seiner Waldgrenzenmessungen hat er in der 1808 erschienenen Arbeit »Berättelse om mätningar» usw. vorgelegt. Er setzte die Waldgrenze westlich von Kvikkjokk auf 2100 Pariser Fuss, d. h. ca. 700 m fest, welche Ziffer mit neueren Messungen ziemlich gut übereinstimmt. Der erste, der in diesem Gebiet planmässige Messungen unternommen hat, ist Gavelin (1910), der eine Anzahl von Waldgrenzenziffern aus der nächsten Gegend nordwestlich von Kvikkjokk geliefert hat. Zwei Jahre später veröffentlichte A. Cleve-Euler (1912) einige Bestimmungen der Baum- und Waldgrenzen in der

Gegend von dem Stora Sjöfallet. Vom Sarekgebiet und den daran grenzenden Teilen des Hochgebirges hat A. Hamberg (1915) eine Reihe Waldgrenzenziffern gegeben. Der grösste Beitrag ist von J. Frödin (1916) geliefert, der einen grossen Teil von den Niedergebirgen der Gemeinde Gällivare und vom Hochgebirge um den Stora Luleälf gemessen hat. Durch meine eigenen Messungen, die grösstenteils von den Sarek- und Virihauregebieten herrühren und die sich auf etwa 90 belaufen, ist die Zahl der Waldgrenzziffern für die Lule Lappmark auf mehr als 200 gestiegen. Einzelne Höhenangaben finden sich bei N. J. Anderson (1846), Holmertz und Örtenblad (1885), Gavelin (1909), Andersson und Birger (1912). Noch sind aber bedeutende Gebiete unerforscht; vom nördlichen Teil der Lule Lappmark fehlen Angaben aus dem Tal des Kaitumälfven und entlang der Strecke Teusajaure—Satisjaure. Auch in der Gemeinde Jokkmokk gibt es ausgedehnte Gebiete, aus denen wir keine Waldgrenzenziffern besitzen; besonders können die östlichen Niedergebirge und die Gegend S von dem Tal des Lilla Luleälf hervorgehoben werden.

Es ist indessen kein kleiner Teil des Hochgebirges, der hinsichtlich der Waldgrenzen als durchforscht betrachtet werden kann. Da die früher veröffentlichen Messungen nach denselben Prinzipien wie die meinen ausgeführt sein dürften, [vgl. Gavelin (1910) S. 4; Frödin (1916) S. 5] habe ich in der Tabelle XI sämtliche Höhenziffern für die Waldgrenzen der Lule Lappmark zusammengestellt. Sie sind auch bei der Herstellung der Waldgrenzisohypsenkarte, Taf. 10, zur Anwendung gekommen.

In den östlichsten Niedergebirgen liegt die Waldgrenze im grossen ganzen zwischen 600 und 650 m. Ausnahmen bilden das Gällivare-Dundret und einige andere relativ hohe, isolierte Berge, die eine höhere Waldgrenze als 650 m aufweisen. Die 650 m-Isohypse läuft ganz und gar im Gebiet der isolierten Niedergebirge; wie sie sich in der Gemeinde Jokkmokk verhält, ist gegenwärtig nicht bekannt; es ist aber wahrscheinlich, dass die Waldgrenzen dort im allgemeinen höher als 650 m liegen. An der Grenze gegen das zusammenhängende Hochgebirge beträgt die Höhe der Waldgrenzen ca 700 m und die Isohypse für diese Ziffer streift daran; doch dürften weiter südlich eine Anzahl niedriger Berge innerhalb dieser Linie stehen. Im grössten Teil des waldtragenden Hochgebirges liegen die Waldgrenzen zwischen 700 und 750 m. Vor allem ist dies der Fall im Tal des Stora Luleälf, wo auf einer Strecke von mehr als 70 km die Höhe der Waldgrenze zwichen 700 und 740 m wechselt. Die 750 m-Isohypse umfasst beinahe den ganzen waldbedeckten Teil des Sarekgebietes und des Hochgebirges dicht östlich und westlich von Kvikkjokk. Im Sarekgebiet gehen aber die Waldgrenzen an mehreren Orten bis mehr als 800 m in die Höhe. Wenigstens drei geschlossene 800 m-Isohypsen finden sich dort. Eine umfasst hauptsächlich die nordöstliche Seite des Rapadalen, wo die Wald-

grenzen zwischen 800 und 845 m liegen; eine andere umschliesst den inneren Teil vom Sarvesvagge mit 813 m als grösster gemessener Höhe; eine dritte bezeichnet die zwischen ca 800 und 823 m wechselnden Waldgrenzenhöhen in der Gegend von Säkok—Pårek. Gegen den Westen werden wieder niedrigere Ziffern für die Waldgrenzen notiert. Die 700 m-Isohypse streift im Sarekgebiet dicht an die Isohypse von 750 m, in der Richtung ungefähr nördlich-südlich; am Tal des Stora Luleälf biegt sie gegen den Westen ab, um schliesslich das Tal in nordöstlicher Richtung zu durchkreuzen. Noch weiter westlich liegen die Waldgrenzen tiefer. Die 650 m-Isohypse läuft im nördlichen Teil des Gebietes mit der Isohypse für 700 m parallell und biegt südwärts gegen den Virihaure ab, wo der grösste Teil des waldbedeckten Gebietes eine Waldgrenze von 650—675 m hat. Dort gibt es auch eine lokale Isohypse von 700 m, innerhalb welcher die Waldgrenze eine Höhe von beinahe 750 m erreicht. Im westlichen Teil des Gebietes liegen die Waldgrenzen niedriger als 650 m. Die 600 m-Isohypse hat einen mit derjenigen für 650 m parallellen Lauf. Westlich von dieser Isohypse fehlt der Wald beinahe vollständig; die Gegend nahe an der norwegischen Grenze fällt ganz und gar innerhalb der *regio alpina*.

Die angeführten Ziffern wie auch die Isohypsen der Karte zeigen also schlagend, wie die Waldgrenze von Osten nach Westen zuerst von ungefähr 600 m bis 845 m steigt, dann bis unter 600 m sinkt. Dieses Steigen von Osten gegen das Innere des Gebirges war früher nicht bekannt [vgl. Hamberg (1915) S. 254].

Die Messungen, die für die Isohypsenkarte zu Grunde gelegt wurden, beziehen sich auf die obere Waldgrenze im Sinne Mareks (1910) und Fries' (1913). Diese wird dadurch erhalten, dass die obersten Waldpartien eines Berghanges durch eine gedachte Linie verbunden werden. Zuverlässige Ziffern für diese Grenze kann man eigentlich nur durch eine grosse Zahl von Messungen in relativ kurzen Abständen erhalten. Einzelne Messungen in einem grösseren Gebiete können von dem Lauf der Waldgrenze leicht eine falsche Vorstellung geben — wenn sie nicht systematisch als die für jeden Berg höchsten ausgewählt werden. Hamberg (1915) ist somit auf Grund von Höhenbestimmungen einer zu kleinen Zahl Waldgrenzenzipfel zu dem Schluss gekommen, die Waldgrenze sinke vom östlichen Ende des Rapadalen gegen das Zentrum des Sarekgebietes. Das ist in der Tat nicht der Fall, wie aus den von mir aus derselben Gegend mitgeteilten Ziffern und aus der Isohypsenkarte hervorgeht.

Von mehreren Forschern, besonders aus den Alpen, ist hervorgehoben worden, dass die Baumgrenze, nicht die Waldgrenze, die niedere Grenze der *regio alpina* am besten bestimmen könne und ausserdem sich zu Höhenbestimmungen am besten eigne. Fankhauser (1901) macht geltend, dass es leichter sei, die Baumgrenze objektiv zu bestimmen, als die Waldgrenze.

Schroeter (1908), obschon er die letztere als die am schärfsten hervortretende Grenzlinie ansieht, hält dennoch an der Baumgrenze fest, »denn sie ist in höherem Masse eine klimatische Grenze als die des Waldes». Auch Brockmann-Jerosch (1919) scheint derselben Ansicht zu sein. In Skandinavien haben sich die meisten Forscher, die ihren Standpunkt in dieser Frage präzisiert haben, der Auffassung angeschlossen, dass vor allem die obere Grenze des Waldes festgestellt werden müsse. Eine Ausnahme bildet Samuelsson (1917), der, auf Aussagen von Schroeter gestützt, zwischen Wald- und Baumgrenze theoretisch ein Gleichheitszeichen setzt, der aber die letztere vorzieht, u. a. deshalb, weil sie leichter festzustellen sei.

Zuerst möge hier hervorgehoben werden, dass hinsichtlich Baum- und Waldgrenze ein beträchtlicher Unterschied zwischen den Alpen und Skandinavien deutlich vorliegt. Für die Ortleralpen gibt Fritsch (1895) an, die Höhendifferenz zwischen Wald- und Baumgrenze betrage durchschnittlich 135 m. Für die ganze Schweiz setzt Imhof (1900) die Ziffer 80—100 m an. Reishauer (1904) fand in den Stubaieralpen 157 m und in der Adamellogruppe 211 m, welche Ziffern er aber wenigstens teilweise auf Gründe orographisch-geologischer Natur zurückführt. — In den Teilen der Hochgebirge Skandinaviens, die ich besucht habe, habe ich gefunden, dass der Unterschied zwischen Wald- und Baumgrenze durchschnittlich 20—30 m beträgt — eine Ziffer von ganz anderer Grösse als die von den Alpen herangezogenen. Nicht selten fallen Wald- und Baumgrenze zusammen, d. h. isolierte Bäume oberhalb des zusammenhängenden Waldes existieren nicht (vgl. Tabelle XI). Was besonders das von mir untersuchte Gebiet betrifft, so kommt es nicht selten vor, dass die Eberesche (*Sorbus Aucuparia* * *glabrata*), während die Waldgrenze von Birken gebildet wird, in einzelnen baumähnlichen Individuen oberhalb dieser Grenze auftritt. Es dürfte schon aus diesem Grunde unangebracht sein, die Baumgrenze als Klimaindikator zu wählen, was in der Tat geschehen ist, da man *a priori* nicht bestimmt entscheiden kann, ob diese beiden Bäume vom klimatischen Gesichtspunkt aus gleichwertig sind. Der grösste Vorzug, den die Waldgrenze vor der Baumgrenze besitzt, ist indessen meiner Meinung nach der, dass jene viel stabiler ist als diese. Ein isolierter, hoch oben wachsender Baum, der bei einer Messung der Baumgrenze als Stützpunkt gedient hat, kann aus irgend einer Ursache sterben; eine neue Messung der Baumgrenze am selben Berge gibt dann leicht als Resultat eine Ziffer, die von der früher gefundenen um mehreren Zehner von Metern übertroffen wird. Eine Verschiebung der Baumgrenze nach oben ist natürlich auch nicht undenkbar. Was die Waldgrenze betrifft, so dürfte eine solche Oscillation so gut wie ausgeschlossen sein, da es wenig wahrscheinlich ist, dass oberhalb der Waldgrenze ganze Baumbestände aussterben oder entstehen würden. Samuelsson, der die Waldgrenze als Klimaindikator wegräsonnieren will und statt ihrer die Baum-

grenze empfiehlt, glaubt, dass in edaphischen Hindernissen für den Waldwuchs die Ursache dazu liegt, dass der zusammenhängende Wald keine scharf markierte Grenze nach oben bildet. Sein ganzer Gedankengang fusst auf der einfachen Folgerung, dass, wo ein Baum wachsen, dort auch ein Waldbestand existieren kann. In einem früheren Aufsatz bin ich (TENGWALL 1920) der Argumentierung SAMUELSSONS entgegengetreten und habe hervorgehoben, dass ein so generelles Phänomen wie das Auftreten von isolierten Bäumen oberhalb des Waldes durch die Einwirkung edaphischer Faktoren nicht erklärt werden kann. Wären diese Faktoren in der Waldgrenzenzone überall identisch, so könnte SAMUELSSONS Behauptung richtig sein; wir wissen indessen, dass sie von Punkt zu Punkt wechseln. Die Erklärung für die Lichtung des Waldes in der Kampfzone ist gewiss eine andere und hängt mit den klimatischen Faktoren, die die Waldgrenze bestimmen, eng zusammen. Ein Versuch zur Lösung dieser Frage von der Lichtung des Waldes ist von FANKHAUSER (1901) gemacht worden, der darin eine »Anpassung» der Bäume sieht, damit sie durch die Bestrahlung des Bodens mehr Wärme erhalten sollen. Ob diese Erklärung genügt, mag dahingestellt bleiben; zweifelsohne aber enthält sie viel Berechtigtes.

Oberhalb der Wald- und Baumgrenze kommt die Birke als Strauch vor und kann als solcher zu bedeutenden Höhen hinaufklettern. Eingehende Untersuchungen über diese Höhengrenze habe ich nicht unternommen; die Messungen, die gemacht worden sind, sind in die Tabelle XI aufgenommen worden. Diese Messungen geben aber wenig Auskunft über den Lauf der Strauchgrenze; man kann jedoch sehen, dass die höchsten Grenzen für strauchartige Birken mit den höchsten Waldgrenzen zusammenfallen. Als höchster Fundort von Birkenstrauch ist der Låddepakte notiert, wo die Höhe 980 m beträgt; die Waldgrenze läuft am selben Berg auf 832 m Höhe, welche Ziffer eine von den höchsten in der Lule Lappmark ist.

In seiner Arbeit über die Waldgrenzen im nördlichen Teil der Lule Lappmark hat J. FRÖDIN (1916) die isolierten niedrigen Berge als Besitzer einer Strauchbirkenzone oberhalb des zusammenhängenden Waldes charakterisiert. Im übrigen Teil des Gebirges sollte eine solche Zone nicht vorkommen oder wenigstens von geringer Breite sein. Es kann nicht gesagt werden, dass FRÖDINS Behauptung mit dem wirklichen Verhältnis übereinstimmt. Teils ist ein reichliches Auftreten von Birkensträuchern in der *regio alpina* der niedrigen Berge keineswegs so generell, dass man in derselben Weise von einer »Zone» sprechen könnte, wie man z. B. von der Birkenwaldzone spricht; teils können Birkensträucher ebenso häufig oberhalb der Waldgrenze des Hochgebirges vorkommen. Das Vorkommen oder Fehlen von Birkensträuchern in der *regio alpina* hängt in hohem Grade von den edaphischen Verhältnissen ab und FRÖDINS grobe Schematisierung der Tatsachen scheint entstanden zu sein, um seiner Theorie der grossen klimatischen Unterschiede

zwischen den isolierten niedrigen Berge und dem zusammenhängenden Hochgebirge (auf welche Theorie ich später zurückkommen werde) als Stütze zu dienen.

Die Frage, durch welche Ursachen die obere Grenze des Waldes im Gebirge bedingt ist, ist schon lange in der ersten Reihe der Fragen gestanden, mit denen die alpinen Pflanzengeographen sich abzugeben haben. Dass die Grenze durch das Klima bedingt ist und vor allem durch die Sommerwärme, ist schon früh hervorgehoben worden (vgl. z. B. Wahlenberg 1812, 1813, 1814, S. 77); welcher aber oder welche von den klimatischen Faktoren ausschlaggebend sind, ist immer noch umstritten. Nunmehr scheint man indessen immer mehr zu der Ansicht zu neigen, dass die Sommerwärme für die Existenz des Waldes die grösste Rolle spielt. Fortwährend aber wird von verschiedenen Seiten die Bedeutung sowohl des Windes als auch der Niederschläge und der Luftfeuchtigkeit hervorgehoben. Eine Übersicht der verschiedenen Erklärungsversuche zu geben, finde ich unnötig, besonders da eine solche von Marek (1910) neulich geliefert wurde.

Um die Diskussion über die Waldgrenzen auf rein theoretischen Boden hinüberführen zu können, war es notwendig, den Begriff der klimatischen Waldgrenze zu schaffen. Darunter wird die Waldgrenze verstanden, die mit dem in der betreffenden Gegend herrschenden Klima in vollem Gleichgewicht steht, ohne dass sie durch ökologische oder andere, nicht-klimatische Faktoren beeinflusst wäre. Ob die empirische, d. h. die in der Natur gegebene Waldgrenze (Sernander 1900 b) je mit der klimatischen zusammenfällt, ist für die theoretische Auseinandersetzung von untergeordneter Bedeutung; die obere Waldgrenze, die, wie gesagt, von der gedachten Verbindungslinie zwischen den höchsten Zipfeln der empirischen gebildet wird, dürfte indessen der klimatischen Waldgrenze sehr nahe kommen und gibt für diese jedenfalls einen guten Minimumwert.

Eine Analyse der verschiedenen klimatischen Elemente zeigt, dass gewisse von diesen an der Waldgrenze in hohem Grade wechseln. Der Klimafaktor, der die kleinsten Variationen aufweist, ist die Sommertemperatur und man hat zunächst aus diesem Grunde in dieser eine kausale Bedingung für die Waldgrenze sehen wollen. In einer neulich erschienenen Arbeit ist es indessen Brockmann-Jerosch (1919) gelungen, nachzuweisen, dass die scheinbar genaue Übereinstimmung zwischen Mittagstemperatur und Waldgrenze, die De Quervain (1904) für die Alpen behauptet hat, keineswegs immer gilt. Jener Forscher findet auch die von Marek (1910) dargewiesene Gleichheit der Sommertemperatur an der Waldgrenze nicht bewiesen; im Gegenteil zeigt Brockmann-Jerosch, dass die Julitemperatur an der Waldgrenze in den Alpen zwischen 10.8° C und 7.8° C wechselt. Im Jahre 1911 veröffentlichte aber Mikula eine Arbeit aus den österreichischen Alpen und er konnte dabei Ziffern vorlegen, welche die Schlüsse De Quervains (l. c.) deutlich beleuchteten und bestätigten.

Auf einem grossen meteorologischen Material fussend, ist es Mikula gelungen, nachzuweisen, dass »die Temperatur um 2^h p an der Waldgrenze während der Monate Mai bis September, d. i. im Mittel der Vegetationsperiode in allen Teilen der Alpen dieselbe ist». Aus diesem Verhältnis zog er den Schluss, dass »alle klimatischen Elemente, soweit sie für den Wald überhaupt in Betracht gezogen werden können, die Höhenlage der klimatischen Waldgrenze mit derselben Stärke beeinflussen, wie sie die Höhe der Lufttemperatur um 2^h p während der Vegetationsperiode bestimmen». — Eigentümlicherweise wird Mikula von Brockmann-Jerosch in dessen zusammenfassender Arbeit nicht erwähnt; es scheint aber, als ob gegen die Art und Weise, mit welcher Mikula sein Material behandelt hat, keine Einwände von Belang erhoben werden könnten; und man hat alle Ursache, sein Resultat als für die Erläuterung der Wärmeverhältnisse an der Waldgrenze besonders wertvoll anzusehen.

In Skandinavien sind für die Erläuterung der Frage von den Beziehungen der Waldgrenze zur Temperatur ähnliche Berechnungen ausgeführt worden. Betreffs Norwegen glaubte Helland (1912) eine an der Waldgrenze übereinstimmende Sommertemperatur (+ 7.5° C) zu finden; er bemerkt jedoch, dass die Übereinstimmung nicht vollständig ist. Fries (1913) berechnete für die Torne Lappmark die Julitemperatur an der Waldgrenze und fand sie ca 10.6° C betragend.

In seiner oben erwähnten Arbeit hat Brockmann-Jerosch sämtliche dieser Berechnungen[1]) einer Kritik unterzogen und ist zu dem Schluss gekommen, betreffend sowohl die alpine Waldgrenze in den Alpen und in Skandinavien als auch die arktische und antarktische Waldgrenze, dass der Wald in kontinentalen Gebieten eine niedrige Sommertemperatur fordert, während er in maritimem Klima eine relativ höhere Sommertemperatur braucht. In den Alpen zeigen also die periferen Täler an der Waldgrenze eine beträchtlich höhere Julitemperatur als die Zentralalpen; was Skandinavien betrifft, glaubt Brockmann-Jerosch dasselbe Verhältnis erwiesen zu haben. »Nicht irgend eine Durchschnittstemperatur, sondern der Klimacharakter bestimmt die Meereshöhe der Baumgrenze.» Zu diesem Schluss ist Brockmann-Jerosch dadurch gekommen, dass er eine Reihe meteorologischer Faktoren einzeln analysiert hat. Er hat also die Niederschläge, die schneefreie Zeit, den Wind und die Temperatur untersucht und hat gefunden, dass an der Waldgrenze keiner von diesen Faktoren derselbe ist. Das Resultat seiner Besprechung lautet so, dass sämtliche klimatische Faktoren, m. a. W. das ganze Klima oder, um den Ausdruck des Verfassers zu verwenden, der Klimacharakter für die Lage der Waldgrenze entscheidend ist. — Etwas eigentlich Neues enthält diese Betrachtungsweise kaum. In Skandinavien

[1]) Ausser Mikulas!

hat man schon lange von der Einwirkung des »westlichen» (= maritimen) Klimas auf die Waldgrenze gesprochen, ohne dabei eigentlich irgendeinem bestimmten Klimafaktor entscheidende Bedeutung zuzuweisen. Es könnte indessen mit Fug in Frage gestellt werden, ob die Art Brockmann-Jeroschs, das Problem zu besprechen, wirklich dazu beiträgt, die Frage zu vereinfachen. Meiner Ansicht nach ist diese Betrachtungsweise nur dazu geeignet, den Kernpunkt selbst zu umschreiben und zu umgehen. Die Frage ist kaum dadurch als gelöst zu erklären, dass eine niedrige Waldgrenze mit der Tatsache erklärt wird, dass das Klima dort mehr maritim ist als in einer nahegelegenen Gegend mit höherer Waldgrenze. Die Schwierigkeit liegt ganz einfach in dem Ausfinden von demjenigen Faktor, der die Lage der Waldgrenze bestimmt. Es ist möglich, dass dieser Faktor mit den existierenden meteorologischen Hilfsmitteln nicht bestimmbar ist; deshalb aber die Existenz dieses pflanzenklimatischen Faktors zu verneinen, heisst Schlüsse ziehen ohne ausreichende Prämissen.

Wie oben erwähnt wurde, ist die Sommertemperatur (bzw. die Julitemperatur) derjenige Klimafaktor, der an der Waldgrenze die kleinsten Variationen aufweist. Zweifelsohne spielt diese für den Wald eine besonders wichtige Rolle. Eine bestimmte Juli-(bzw. Sommer-)temperatur wird ohne Zweifel gefordert, damit Waldwuchs vorkommen könne.

Betreffs der Julitemperatur an der Waldgrenze in der Lule Lappmark, gibt es nur eine meteorologische Station, die für ihre Berechnung anwendbar ist, nämlich Gällivare. Ich sah mich deshalb genötigt, die etwas zahlreicher vorhandenen Observationen von der Torne Lappmark zu verwenden. Um einen Vergleich mit den Verhältnissen in Norwegen zu bekommen, habe ich auch die Observationen einiger norwegischen Küstenstationen herangezogen. Fries (1913) hat diese Berechnungen ausgearbeitet und hat sich dabei für das Abnehmen der Temperatur in Norwegen eines Gradienten von 0.6° und für Schweden von 1° bedient. Dass der Gradient im kontinentalen Lappland grösser ist als draussen an der norwegischen Küste, ist unzweifelhaft. Experimentelle Untersuchungen über seine Grösse in verschiedenen Gebieten liegen vorläufig nur aus dem Sarekgebirge von Hamberg (1915) vor. Der Unterschied zwischen den Höhenlagen der herangezogenen meteorologischen Stationen und denen der betreffenden Waldgrenzen ist aber so unbedeutend, dass die Anwendung fixer Gradienten keine wesentliche Rolle spielen dürfte. Der stärkste Einwand, den man erheben könnte, wäre vielleicht der, dass für die westlichsten Teile vom schwedischen Lappland ein Gradient von 1° gar zu hoch ist. Die Anwendung dieses Gradienten kann aber unter keinen Umständen das Auftreten derjenigen Unterschiede in den Temperaturziffern zwischen den schwedischen und norwegischen Teilen des Gebietes, die ich unten erörtern werde, begünstigen.

Tabelle I.

Mittlere Julitemperatur in den Waldgrenzen, mit einem Gradienten von 1° C per 100 m berechnet, für das kontinentale Gebiet Lapplands.

Gällivare	+ 11.2° C
Karesuando	+ 10.5° C
Vittangi	+ 11.0° C
Kiruna	+ 10.9° C
Mittel	+ 10.9° C

Tabelle II.

Mittlere Julitemperatur in den Waldgrenzen, mit einem Gradienten von 0.6° C per 100 m berechnet, für das maritime Gebiet Lapplands und Norwegens.

Vassijaure	+ 10.4° C
Riksgränsen	+ 10.5° C
Lödingen	+ 10.7° C
Andenes (Aug.)	+ 10.1° C
Mittel	+ 10.4° C

Obgleich man diesen Berechnungen keinen besonders grossen Wert beilegen kann, zeigen sie doch unzweifelhaft, dass die mittlere Temperatur während des wärmsten Monats in der Waldgrenze (etwas) höher in den kontinentalen Teilen der skandinavischen Gebirgskette als in der maritimen ist. Das Ergebnis ist also dem diametral entgegengesetzt, zu dem Brockmann-Jerosch (1919) gekommen ist.

In diesem Zusammenhang ist es vielleicht passend, eine Angabe zu erwähnen, die dieser Verfasser gibt, nämlich dass die Lofoten und grosse Teile des nördlichsten Norwegens ausserhalb der arktischen (= polaren) Waldgrenze liegen sollen. Die Lofoteninseln kenne ich aus eigener Erfahrung ziemlich gut, wenigstens die nördlichen (Vesteraalen). Hier gibt es gewiss keine polare Waldgrenze, sondern die Birke (bzw. die Kiefer) geht, wo die edaphischen Verhältnisse es gestatten, bis an das Niveau des Meeres hinab.

Möglicherweise gibt es eine polare Waldgrenze auf den allernördlichsten Inseln in Norwegen und Ostfinmarken; die südlichsten der Lofoteninseln wie Röst und Skomvær haben keinen Waldwuchs, aber ob dies den klimatischen oder edaphischen Verhältnissen zuzuschreiben ist, muss bis auf weiteres dahingestellt bleiben. Was Andön betrifft, so besteht der ganze niedrigere Teil der Insel aus Torfmooren und Flugsandfeldern, was genügen dürfte,

um den Mangel an Wald zu erklären. »Windgefegte Gebüsche von Baumkrüppeln» fehlen aber dort nicht, wie Brockmann-Jerosch annimmt, sondern es gibt sogar wirklichen Wald in geschützter Lage und wenig über dem Niveau des Meeres, so z. B. östlich von der hohen Moräne Kirkeraet bei Dverberg.

Obgleich es offenbar scheint, dass Brockmann-Jeroschs Angabe richtig ist, dass die zentralen Teile der Alpen eine tiefere Sommertemperatur an der Waldgrenze als in den peripheren Teilen haben, ist es vielleicht hier angebracht hervorzuheben, dass gewisse Aussprüche von Mikula (1911) darauf hindeuten, dass ein entgegengesetztes Verhältnis in den österreichischen Ostalpen herrschen könnte. Aus einer seiner Tabellen (l. c. S. 143) ergibt sich nämlich, wie er selbst hervorhebt, dass »die Temperatur im Frühjahr und im August an der Waldgrenze im Innern des Gebirges etwas tiefer als am Ausrand sei, in den Monaten Juli und September etwas höher». Und weiter polemisiert er mit Marek, der dieselbe Ansicht wie Brockmann-Jerosch vertritt, und beweist, dass Mareks Behauptung falsch ist, dass die Temperaturen an der Waldgrenze 2^h p durchschnittlich für die Vegetationsperiode im Innern der Ostalpen tiefer sind als an den Aussenrändern (Mikula, l. c. S. 157).

Ein Steigen der mittleren Temperatur an der Waldgrenze während des wärmsten Monats ist also zu konstatieren von dem maritimen Gebiet im Westen gegen die kontinentalen Teile von Lappland im Osten. Die von A. Hamberg (1915) und J. Frödin (1916) veröffentlichten Temperaturbeobachtungen in der Lule Lappmark umfassen zwar nur unbedeutende Zeiträume, weisen aber in dieselbe Richtung wie die oben angeführten Tabellen.

Hier unten werden Auszüge aus Frödins Temperaturziffern für den Sommer 1913 mitgeteilt.

Tabelle III.

Stationen	12—30 Juni	1—31 Juli	1—31 Aug.	12 Juni —31 Aug.	5—31 Juli	1—24 Aug.	5 Juli —24 Aug.
Vuosmavare (östliche Station)	9.3	12.5	9.8	10.7	12.7	9.4	11.1
Puollamtjåkko (77 km westlich vom vorigen)	8.3	11.6	9.4	10.0	11.8	9.1	10.5
Julletjåkko (westliche Station, 63,3 km westlich vom vorigen)					10.8	9.1	10.0

Obgleich man nicht berechtigt sein kann, weitgehende Schlüsse aus diesen Temperaturbeobachtungen zu ziehen, die nur von einem Sommer herrühren, ist es doch bezeichnend, dass die Temperatur an der Waldgrenze gegen Westen abnimmt. Für die nordskandinavische Gebirgskette

gilt also, dass die mittlere Temperatur im Juli an der Waldgrenze in dem östlichen kontinentalen Teil am höchsten und in dem westlichen maritimen Gebiet am tiefsten ist.

Der Mangel an Übereinstimmung, der folglich betreffs der Sommertemperatur an den Waldgrenzen vorhanden ist, macht es deutlich, dass die Lage der Waldgrenze nicht direkt von der Temperatur bedingt ist. Dass ein Zusammenhang dessenungeachtet besteht, ist jedoch unzweifelhaft. Indessen muss ein anderer Faktor existieren, der neben der Sommerwärme für die Lage der Waldgrenze ausschlaggebend ist.

Im Jahre 1915 unternahm ich im Juni eine Reise in den Lofoten. Bei meiner Abreise von dort, Ende Juni, hatten die Birken an der Waldgrenze eben angefangen, die Knospen zu sprengen.

Von den Lofoten reiste ich durch die Torne- und Lule Lappmark und beobachtete das Ausschlagen der Birke bei Riksgränsen, Abisko (Nuolja), Kiruna (Luossavaara), Gällivare (Dundret) und kam Anfang Juli in dem Hochgebirge des Sarekgebiets an. In kürzester Zeit hatte ich also Gelegenheit, das Ausschlagen der Birke von den westlichsten Teilen, den Lofoten, bis an das östlichste Gebirge in Lappland zu verfolgen. Es zeigte sich, dass das Ausschlagen an der Waldgrenze beinahe zu gleicher Zeit in dem ganzen Gebiet geschah.

Im Jahre 1916 hatte ich ebenfalls Gelegenheit festzustellen, dass das Ausschlagen ungefähr gleichzeitig auf dem Niedergebirge in östlichem Lappland und im Sarekgebiet war. 1917 und 1918 machte ich im Juni schnelle Reisen von Gällivare im Osten nach Riksgränsen, im Westen, um die Frage weiter zu studieren. Diese beiden Jahre geschah das Ausschlagen in den östlichen Bergen etwas früher als in den westlichen. Im Jahre 1919 war indessen das Verhältnis das entgegengesetzte, so dass die Birken im Hochgebirge einige Tage früher als in dem Niedergebirge im Osten grün wurden. Infolge dieser Beobachtungen, die einen Zeitraum von 5 Jahren umfassen, seine ich als festgestellt an, dass das Ausschlagen der Birke an der Waldgrenze zu gleicher Zeit in dem ganzen nordskandinavischen Gebirgsgebiet stattfindet.

Höchst wahrscheinlich ist, dass das Ausschlagen gleichzeitig oder fast gleichzeitig für der ganzen skandinavischen Gebirgskette ist. — Was den Laubfall betrifft, gibt meine Erfahrung an die Hand, dass auch dieser in dem von mir besuchten Gebiet gleichzeitig geschieht und zwar nicht nur in der Waldgrenze, sondern auch in der ganzen *regio subalpina*.

Zweifelsohne gibt die Zeit zwischen dem Ausschlagen und dem Laubfall der Birke einen sehr guten Wert für die Dauer der Vegetationsperiode der Birke. Die Variationen, die ich betreffs der Zeit des Ausschlagens gefunden habe, sind unbedeutend und gehen in keine bestimmte Richtung. Infolgedessen will ich behaupten, dass *die Dauer der Vegetationsperiode der Birke an der*

Waldgrenze dieselbe ist, wenigstens für das nordskandinavische Gebirgsgebiet.

Brockmann-Jerosch (1919) hat in seiner oben mehrmals zitierten Arbeit zu beweisen versucht, dass die Dauer der Vegetationsperiode für die Bäume an der Waldgrenze für verschiedene Orte in den Alpen nicht dieselbe ist. Bestimmte Data für die Vegetationsperiode hat er jedoch nicht Gelegenheit zu geben, da Untersuchungen darüber für den Alpen fehlen. Statt dessen führt er die schneefreie Zeit als ein relatives Mass für die Dauer der Vegetationsperiode ein und findet da, dass Verschiedenheiten in den Alpen bestehen. Indessen ist es kaum berechtigt, die schneefreie Zeit als eine Funktion für die Dauer der Vegetationsperiode anzusehen. Brockmann-Jerosch hat sich deshalb auf den Ausspruch beschränkt, dass »die alpine Baumgrenze demnach unabhängig von einer bestimmten Dauer der Schneefreiheit ist». Diese Beschränkung ist um so mehr motiviert, als der Verfasser angibt, dass z. B. bei *Larix decidua*, schon wenn der Schnee 50 cm tief liegt, »die Nadeln zu sprossen beginnen». Diese Art und *Fagus silvatica*, die in den Alpen auch Waldgrenze bildet, sind übrigens geeignete Gegenstände für Untersuchungen über die Dauer der Vegetationsperiode an den Waldgrenzen der Alpen; sowohl *Picea excelsa* als *Pinus cembra* sind dagegen kaum brauchbar infolge der Schwierigkeit, den Zeitpunkt ihrer ersten und letzten Lebenszeichen während der günstigen Periode zu bestimmen. Natürlicherweise ist es nicht ausgeschlossen, dass die Verhältnisse in den Alpen den unsrigen unähnlich sind, aber noch liegen keine Untersuchungen vor, welche die Annahme widerlegen, dass auch dort die Vegetationsperiode für die Bäume an ihrer oberen Grenze von derselben Dauer an verschiedenen Punkten ist.

Eine Stütze für die Auffassung von der Bedeutungslosigkeit der Vegetationsperiode für die Waldgrenze erhielt Brockmann-Jerosch in Fries' (1913) Ausspruche, dass »keinerlei positiver Grund für die Annahme vorzuliegen scheint, dass die kürzere oder längere Vegetationsperiode irgend einen Einfluss auf die Lage der oberen Birkenwaldgrenze in vertikaler Richtung innerhalb der behandelten Teile des nördlichen Skandinaviens ausübt». In einer späteren Arbeit ist indessen Fries (1918) von dieser Meinung abgegangen und ist infolge Erfahrungen derselben Art wie die meinigen und von mir unabhängig (vgl. Fries 1918, G. 286, Fussnote) zu dem Schluss gekommen, dass die Vegetationsperiode der Birke an der Waldgrenze in dem von ihm untersuchten Gebiet (das Amt von Tromsö und Teile von der Torne Lappmark) von derselben Dauer ist, auch für weit verschiedene Orte. Die Untersuchungen über das Ausschlagen an der Waldgrenze, die von Fries und mir ausgeführt worden sind, bestätigen sich also auf eine auffallende Weise und ein Vergleich zwischen unseren Angaben scheint es unzweifelhaft zu machen, dass die Zeit der Vegetationsperiode der

Birke für das nordskandinavische Gebirgsgebiet, das von uns bereist ist und das hunderte von Quadratmeilen umfasst, dieselbe ist.

Die Dauer der Vegetationsperiode der Birke an der Waldgrenze ist folglich ein klimatischer Faktor, der dieselbe Grösse an verschiedenen Punkten hat. Sie ist also ein Faktor von der allergrössten Bedeutung für die Lage der Waldgrenze. Wir können also die klimatische Equation der Waldgrenze folgendermassen ausdrücken: *Die Lage der Waldgrenze wird in erster Linie von der Dauer der Vegetationsperiode bestimmt und von einer gewissen Minimalgrösse der Sommer-(Juli-) Temperatur.*

Während die Variationen in der Dauer der Vegetationsperiode sehr klein sind, zeigt es sich, dass die Julitemperatur an der Waldgrenze im grossen ganzen von dem kontinentalen östlichen Gebiet gegen das maritime westliche abnimmt. Da also das Produkt der Dauer der Vegetationsperiode und Sommertemperatur in dem lappländischen Gebirge grösser als an der norwegischen Küste ist, kann es wahrscheinlich scheinen dass ein Faktor existiert, der diesen Unterschied kompensiert. Man muss aber in Betracht ziehen, dass, während die Dauer der Vegetationsperiode ein pflanzenklimatischer Faktor ist, der sich schwerlich meteorologisch bestimmen lässt, die Juli-, bzw. Sommertemperatur nur ein Ausdruck für die Durchschnittszahl der Lufttemperatur ist, die die meteorologischen Instrumente registrieren, und also ein Faktor, dessen *direkte* Bedeutung für die Vegetation nicht fixiert werden kann. »Une plante n'est point un instrument analogue au thermomètre» (De Candolle 1855). Darin liegt auch ein Teil der Ursachen dazu, dass ein vollständiger Parallelismus zwischen Julitemperatur und Waldgrenze nicht vorliegt. Die beste Übereinstimmung zwischen Waldgrenze und Temperatur wird erhalten, wie De Quervain (1904) und Mikula (1911) gezeigt haben, wenn man jene mit der Julimittagstemperatur vergleicht, aber diese zeigen also, wie Brockmann-Jerosch (1919) mit Recht hervorgehoben hat, »nicht die Ursache des Verlaufs der Baumgrenze, aber sie zeigen augenscheinlich den hohen Wert der Optima für die Vegetation an der alpinen und polaren Waldgrenze».

Ob die durch die meteorologischen Ziffern gegebenen Unterschiede zwischen den Temperaturverhältnissen an der Waldgrenze im Westen und Osten wirklich bedeuten, dass die für die Birke bedeutungsvollen Wärmeverhältnisse während der Vegetationsperiode verschieden sind, wissen wir nicht. Der Unterschied in der Julitemperatur ist in dem extremsten Falle nur 1.1° C. Indessen sind für die Alpen Differenzen bis 3° erwiesen, was auf bedeutende klimatische Unterschiede hindeuten muss. Vielleicht gibt es doch in den Durchschnittstemperaturen, mit welchen man die Waldgrenzen zu erklären versucht hat, einen pflanzenklimatischen Faktor — ausser der Dauer der Vegetationsperiode — über dessen Art und Wirkungsweise wir in vollständiger Unkenntnis schweben. Alle Versuche auf meteorologischem Wege diesen

eventuellen Pflanzenklimafaktor zu erforschen, scheitern daran, dass wir den Einfluss der in die meteorologischen Ziffern eingehender Faktoren auf die Pflanzen nicht kennen.

Es erübrigt noch, ein paar Theorien über die Ursachen, welche die Lage der Waldgrenze in Skandinavien bedingen, zu besprechen. Ich habe oben Hellands (1912) Parallelisierung von Birkenwaldgrenze und Sommertemperatur und Fries' (1913) Bestätigung der Angaben de Quervains (1904) und Mareks (1911) über die Übereinstimmungen der Julitemperatur an der Waldgrenze angeführt. Ich habe auch erwähnt, dass Fries (1918) seine frühere Auffassung modifiziert hat und sich nunmehr einer Auffassung anschliesst, die mit der hier verfochtenen übereinstimmt. Samuelson (1917) ist in seiner Arbeit über die Vegetation in den Gebirgsgegenden von Dalarne zu dem Schluss gekommen, dass der Klimacharakter von grosser Bedeutung für »die klimatische Baumgrenze» ist. Doch meint er, dass die extremen Temperaturen im Sommer eine grosse Rolle spielen. Seine Auffassung scheint von Brockmann-Jerosch stark beeinflusst zu sein, der in einer vorläufigen Mitteilung (1913) die Ansichten vorgeführt hat, die in seiner hier oben zitierten Arbeit (1919) diskutiert worden sind. Wie ich schon erwähnt habe, ist es in der Tat keine eigentliche Klarlegung des Waldgrenzenproblems, von der Lage der Waldgrenzen zu sagen, dass sie von maritimem oder kontinentalem Klima verursacht sind. Es dürfte sogar fraglich sein, ob das Klima in Gebieten mit hohen Waldgrenzen wirklich kontinentaler ist als in nahegelegenen Gegenden mit niederen Waldgrenzen. Auf diese Frage komme ich später zurück.

Eine wenigstens teilweise ganz originelle, aber gleichzeitig recht unbegründete Theorie hat Frödin (1916) aufgestellt, um die Lage der Waldgrenze zu erklären. Er meint, dass die Lage der Waldgrenze gewissermassen von der Sommertemperatur abhängig sei (vgl. seine »thermische Waldgrenze»), aber lokale Faktoren wirkten derart ein, dass die Birke nur in gewissen Fällen die klimatische (= »thermische») Grenze erreicht. Zuoberst steht unter diesen negativ wirkenden Faktoren der Mangel des Bodens an Feuchtigkeit während der Vegetationsperiode. Die laut Frödin existierende, sehr starke Bodentrockenheit auf den östlichst gelegenen Bergen soll eine Senkung der Waldgrenze von wahrscheinlich mindestens 100 m bewirken. Die »Gebüschbirkenzone», die er da zu konstatieren meint, vertritt deshalb eigentlich einen Teil der *regio subalpina*, aber infolge der Bodentrockenheit hat sich die Birke in Baumform nicht auszubilden vermocht. In den zentralen Hochalpen erreicht die Birke die klimatische Grenze nur da, wo die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens Waldwuchs erlauben, mit anderen Worten hauptsächlich in Bachravinen und an derartigen wohl bewässerten Standorten. Ich habe in einem früheren Aufsatz (Tengwall 1918) Gelegenheit gehabt, Frödins Theorien mit seinem eigenen, von mir studierten Material zu widerlegen. Es zeigte sich, dass die Ansichten, die Frödin vorzuführen suchte,

sich auf ungenügendes Material gründeten; ausserdem kommen in seiner Arbeit, in den Fällen, in denen ich in der Natur Gelegenheit gehabt habe, sie zu kontrollieren, falsche Angaben und sehr grobe Schematisierungen vor. Die sorgfältigen Beobachtungen, die gefordert werden, damit FRÖDINS Beweisführung schlagende Kraft bekommen sollte, fehlen und wenn man, wie ich getan habe, die Verhältnisse in dem von FRÖDIN bereisten Gebiet studiert hat, fällt es einem schwer, sich vorzustellen, dass seine Theorie wirklich auf Autopsie gegründet ist. Mir kommt es vor, als ob FRÖDINS Hypothese von der Bedeutung der Sommertrockenheit für die Lage der Waldgrenze eine Stubenspekulation sei, und das Material, das er als Stütze für dieselbe vorbringt, existiert nicht selten nur in der Phantasie des Verfassers. Ich vermeide es deshalb, mich in eine Erörterung von FRÖDINS Waldgrenzentheorie einzulassen, da dieselbe kaum als wissenschaftlich gegründet angesehen werden kann.

Ich kann hier nicht unterlassen, eine von FRÖDIN gemachte Fehlbeobachtung zu korrigieren, besonders da der Schluss, den er aus derselben zieht, Interesse für die Bedeutung der Temperatur für die Waldgrenze hat. Kurz unterhalb des Stora Sjöfallet liegen auf dem südöstlichen Ufer vom Langasjaure die besonders steilen Berge Luleb Kirkao und Tjaska mit senkrechten Mauern, die mehrere hundert Meter hoch sind. Unterhalb dieser liegt die Waldgrenze »stellenweise nicht höher als 415 à 420 m.» oder um 300 m tiefer als in der Umgebung. Laut FRÖDIN beruht die Depression darauf, dass das oberhalb der Waldgrenze liegende Gebiet »während des grössten Teils des Tages vollständig beschattet ist». Ich habe selbst den Wald auf diesen Bergen untersucht, aber ich konnte unterhalb dieser steilen Abhänge nirgends eine Waldgrenze entdecken, die nicht von edaphischen Hindernissen wie Schuttboden, kahlen Felsen niedergepresst war. Aus Fig. 9 geht hervor, wie die Verhältnisse auf den in Frage stehenden Bergen aussehen. Auch bei A. HAMBERG (1915) kommt ein Ausspruch vor, dass die Waldgrenze infolge ungünstiger Beleuchtungsverhältnisse niedergepresst sein sollte. Aber auch für den Berg, den HAMBERG erwähnt, (der Pelloreppe im Rapadalen) habe ich edaphische Hindernisse konstatieren können, die völlig genügen, die dortige niedrige Waldgrenze zu erklären.

Auf der Waldgrenzenisohypsenkarte kann man leicht konstatieren, dass die höchsten Waldgrenzen in dem Gebiet gelegen sind, wo die höchsten Gebirgsmassen gesammelt sind. Dieses Phänomen, dass Gebiete mit grossen Massenerhebungen hohe Waldgrenzen zeigen, ist seit langer Zeit erwiesen und besonders für die Alpen ist dies von IMHOF (1900) deutlich dargetan. In Skandinavien war GAVELIN (1900) der erste, der erwies, dass die Verhältnisse bei uns dieselben sind. Bei HULT (1898) und BORG (1904) gibt es Aussprüche, die darauf hinauslaufen, dass die Waldgrenze auf hohen Bergen höher liegt als auf niedrigen Bergen. Eine klare Auffassung von der Bedeutung der Massenerhebungen scheinen diese Verfasser indessen nicht gehabt zu

haben. Fries (1913) konnte mit einem grossen Material von den Torne und Enontekis Lappmarken dies bestätigen und sowohl in Frödins (1916) als auch Samuelsons (1917) Arbeiten wird betont, dass die Waldgrenze gegen die höchsten Massive steigt.

Brückner (1905) hat in seiner Arbeit über die Höhengrenzen in der Schweiz die Untersuchungen seiner Schüler Imhof (1900), Jegerlehner (1902), Liez (1903), De Quervain (1904) über Waldgrenze, Schneegrenze, Massenerhebung und Isothermen in den Alpen zusammengefasst. Es geht daraus hervor, dass die Gebiete mit den grössten Massenerhebungen die höchsten Waldgrenzen und die höchsten Schneegrenzen haben und dass die Isothermen wenigstens für

Fig. 9. Der Birkenwald des Luleb Kirkao und des Tjaska am Langasjaure.
Verf. phot. 10 Juli. 1918.

die warme Jahreszeit in den Massenerhebungszentren relativ höher liegen. Flückiger (1906) konnte konstatieren, dass die Siedlungsgrenze in der Schweiz derselben Regel folge. Nach Brockmann-Jerosch (1919) gilt ausserdem, dass das Klima in den grossen Massenerhebungsgebieten der Schweiz mehr kontinental als in den niedrigeren Gegenden ist.

Diese letzte Behauptung gilt deutlich den Alpen, ob sie aber auch in Skandinavien Gültigkeit hat, muss bis auf weiteres dahingestellt bleiben. Indessen soll hervorgehoben werden, dass die wenigen meteorologischen Stationen, die wir in Lappland haben, nicht darauf hindeuten, dass das Klima auf die Massenerhebungen mehr kontinental als in den östlichen niedrigen Teilen des Gebirgsgebietes sei. Temperaturamplituden, Niederschlagsverhältnisse sind Faktoren, die grossen Verschiedenheiten in kontinentalen und maritimen Klimaten unterworfen sind. Hier unten gebe ich einige Ziffern aus H. E. Ham-

BERG (1908, 1911, 1914), welche die Verschiedenheiten in Jokkmokk beleuchten, das unmittelbar östlich von dem Niedergebirgsgebiet gelegen ist, und Kvikkjokk, das an der Grenze der Massenerhebung des Sarekgebiets liegt.

Tabelle IV. Beobachtete Monats- und Jahresmitteltemperaturen, C°.

Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Jokkm. ...	14.73	—13.75	—8.70	—1.30	+4.49	+11.68	+14.43	+11.64	+6.27	—1.37	—8.89	—13.95	—1.18
Kvikkj. ...	—14.22	—13.38	—8.93	—1.79	+3.60	+10.36	+13.23	+10.78	+5.72	—1.53	—8.27	—13.41	—1.49

Tabelle V. Monats- und Jahresmitteltemperaturen in C° nach Reduktion auf das Meeresniveau.

Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Jokkm. ...	—13.82	—12.66	—7.48	+0 12	+5.96	+13.23	+15.94	+13.17	+7.62	- 0.19	—8.37	—13.32	+0.02
Kvikkj. ...	—13.12	—12.05	—7.45	—0.06	+5.39	+12.24	+15.07	+12.64	+7 36	—0.10	—7.63	—12.64	-0.03

Tabelle VI. Jahresamplituden der Monatsmittel der Lufttemperatur am Niveau der Stationen sowie am Meeresniveau C°.

Stationen	Stations-niveau	Meeres-niveau
Jokkmokk	29.16	29.76
Kvikkjokk	27.45	28.19

Tabelle VII. Mittleres tägliches Temperaturminimum C°.

Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Jokkm. ...	—15.1	—15.4	—12.3	—4.6	+1.3	+8.0	+11.4	+8.4	+3.8	3.0	—9.4	—14.1	—3.4
Kvikkj. ...	—14.5	—14.6	—12.3	—5.5	—0.4	+5.3	+9.0	+7.1	+3.2	—3.1	—8.8	—13.6	—4.0

Die periodische tägliche Temperaturamplitude ist indessen während April —September grösser in Kvikkjokk als in Jokkmokk. Dies bedeutet aber nicht, dass das Klima von Kvikkjokk kontinentaler sei als das von Jokkmokk, sondern ist nur ein Ergebnis der Eigenschaft Kvikkjokks als Talstation.

Tabelle VIII. Anzahl der Tage mit Niederschlag $>$ 0.1 mm.

Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Jokkm. ...	11.3	9.0	9.1	7.3	9.1	9.6	13.6	15.5	13.1	13.3	11.1	11.9	133.9
Kvikkj. ...	14.1	10.4	8.3	7.0	6.7	6.9	12.3	14 3	10.0	11.1	10.9	11.6	123.6

Tabelle IX. Niederschläge per Monat und Jahr in mm.

Stat.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Jokkm. ...	22.9	15.5	14.8	16.3	26.6	35.6	74.9	66.1	45.8	42.0	26.0	22.0	408.5
Kvikkj. ...	35.1	21.6	21.0	19.0	25.0	36.8	68.1	82.3	41.8	43.0	29.7	27.6	451.0

Tabelle X. Prozentuelle Verteilung der Niederschläge in den verschiedenen Jahreszeiten, nebst prozentuellen Jahreszeit- und Monatsamplituden.

Stationen	Dez.—Febr.	März—Mai	Juni—Aug.	Sept.—Nov.	Jahreszeit-Amplitude	Monats-Amplitude
Jokkmokk ...	14.8	14.0	43.3	27.9	29.3	14.8
Kvikkjokk ...	18.7	14.4	41.5	25.4	27.1	14.1

Die angeführten Ziffern zeigen in die Richtung, dass Kvikkjokk im Vergleich mit Jokkmokk ein mehr maritimes Klima hat. Man kann also gar nicht mit Grund behaupten, dass die schwedischen Hochgebirgsgegenden ein mehr kontinentales Klima als das östliche Niedergebirge haben; vielmehr deuten die wenigen Ziffern, die dies beleuchten können, auf das Gegenteil.

Demgemäss fällt auch die Möglichkeit weg, die hohen Waldgrenzen im Sarekgebiet als ein Ergebnis des dort herrschenden kontinentalen Klimas zu erklären. Es muss also ein klimatischer Faktor bestehen, welcher in derselben Weise wie die Waldgrenzen auf die Massenerhebungen reagiert. Dieser Faktor ist die Dauer der Vegetationsperiode der Birke.

Von den grossen Massenerhebungen in der Lule Lappmark senkt sich die Waldgrenze nach Westen. Es ist offenbar, dass das maritime Klima seine Wirkungen bis gegen die Westgrenze des Sarekgebietes hinstreckt (vgl. Tengwall 1915). Ob die Dauer der Vegetationsperiode der Birke vom maritimen Klima beeinflusst ist oder ob die Senkung der Waldgrenze vom Abnehmen der Sommerwärme abhängig ist, wissen wir nicht. Es ist nämlich wenigstens vorläufig unmöglich zu entscheiden, ob der Klimacharakter für die Dauer der Vegetationsperiode von Bedeutung ist. Jedenfalls ist es deutlich, dass die Sommerwärme nach der norwegischen Küste zu schnell abnimmt. Hier liegen die Waldgrenzen auch auf niedrigen Niveaus; an der Bodögegend, gerade westlich von der Lule Lappmark, liegt die Waldgrenze nach Norman (1894—1901) in einer Höhe von nur ca 300—350 m ü. d. M., um draussen in den Lofoten weiter zu sinken.

Die empirische Waldgrenze ist auf manchen Stellen unter das Niveau der oberen Waldgrenze hinabgepresst. Diese Depressionen können teils orographischer Art, teils von den Waldwuchs hindernden Faktoren verursacht sein. Dagegen kommt es innerhalb des von mir untersuchten Gebietes äusserst selten vor, dass Menschen, in diesem Falle Lappen, eine Verrückung der Waldgrenze nach unten verursacht haben. Der einzige Fall, wo eine

derartige Verrückung vielleicht hat stattfinden können, ist in der Pårekgegend, wo ehemals ein kleines Lappendorf lag und wo jetzt Lappen sich bei den Umzügen einige Zeit aufhalten. Im Waldgrenzengebiet selbst, aber vorzugsweise ein Stück unten im Walde ist eine ziemlich grosse Anzahl Bäume gefällt worden, um als Brennholz zu dienen, und es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Abholzung ganz vereinzelt die empirische Waldgrenze etwa zehn oder zwanzig m nach unten verschoben haben mag. Vom ganzen sonstigen Gebiet dürfte man aber mit voller Gewissheit sagen können, dass die Waldgrenzen von seiten der Menschen vollständig unberührt gelassen sind.

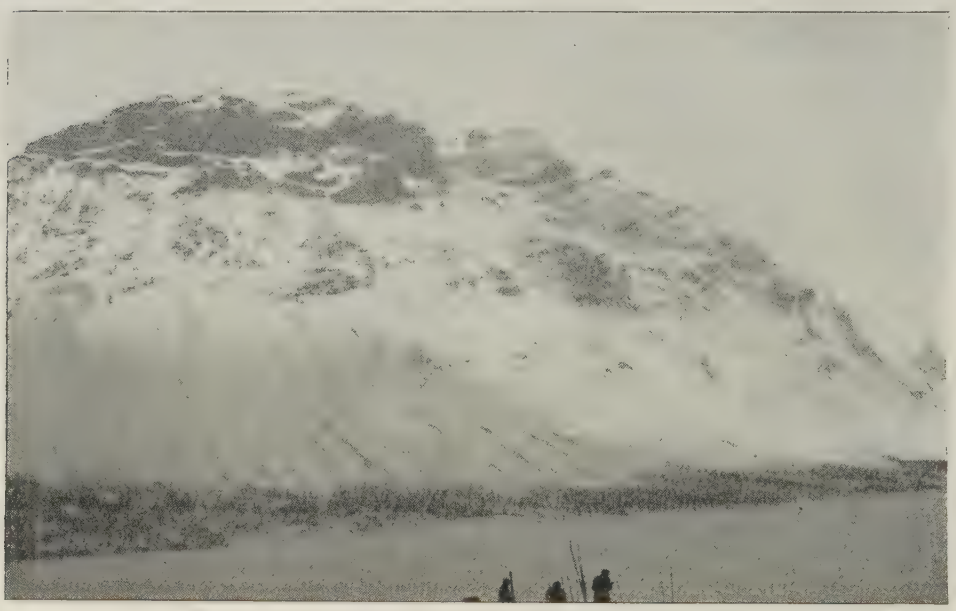


Fig. 10. Der Birkenwald des Stuorra Skårkas. A. H—g phot. 4. April 1914.

Innerhalb des Hochgebirges ist es keineswegs ungewöhnlich, dass der Wald auf Grund orographischer Umstände hinabgepresst ist. Im Rapadalen, wo die Bergabhänge besonders steil sind, verhindern kahle Felsen oft die Waldvegetation. Die Depressionen erreichen stellenweise die Höhe von etwa 300 m. Auch Talusbildungen bewirken Depressionen der Waldgrenze; als Beispiel kann der Stuorra Skårkas im Rapadalen erwähnt werden (Fig. 10). Lawinen und Steinstürze haben stellenweise den Wald vernichtet. Auf dem Südabhang des Säkok und auf dem Låddepakte gibt es deutliche Zeugnisse von ihren Verheerungen. Durch genaue Untersuchungen kann man indessen auch auf solchen Stellen gute Minimalwerte für die obere Waldgrenze gewinnen. Auf den steilen Abhängen des Låddepakte hört

der Wald stellenweise schon bei circa 700 m auf. Zu bemerken ist aber, dass die Bäume dieser Waldgrenze äusserst kräftig sind und gar nicht das

Fig. 11. Spalierbirken auf dem Låddepakte, 750 m ü. d. M. Obere Waldgrenze mehr als 800 m. ü. d. M. Verf. phot. 20. Juli 1916.

Fig. 12. Von Lawinen verursachtes Birkengebüsch auf dem Låddepakte 720 m ü. d. M. Verf. phot. 20. Juli 1916.

Aussehen haben, das an der Waldgrenze sonst üblich ist. Einige gemessene Birken aus der orographischen Waldgrenze auf dem Låddepakte besassen

Dimensionen von zwischen 1 und 1,5 m im Umkreis in einer Höhe von 1 m oberhalb der Bodenfläche. So dicke Birken kommen da nicht vor, wo die Waldgrenze mit dem Klima im Gleichgewicht steht. Oberhalb dieser orographischen Waldgrenze kommt die Birke spalier- oder strauchartig vor (Fig. 11), wo der Boden vom Lawinenkies nicht ganz bedeckt ist. Die Höhe der Sträucher beträgt 1—1,5 m, ausnahmsweise 2 m. Ganz vereinzelt erhebt sich eine schmale Birke bis etwa 4 m Höhe über die Sträucher (Fig. 12). Die Ursache zu dieser Birkenstrauchregion sind Lawinen, denn überall an den Abhängen konnte man eine reichliche Menge von Lawinenkies wahrnehmen (Fig. 13). Auf den äusserst ästigen und struppigen Birken konnten

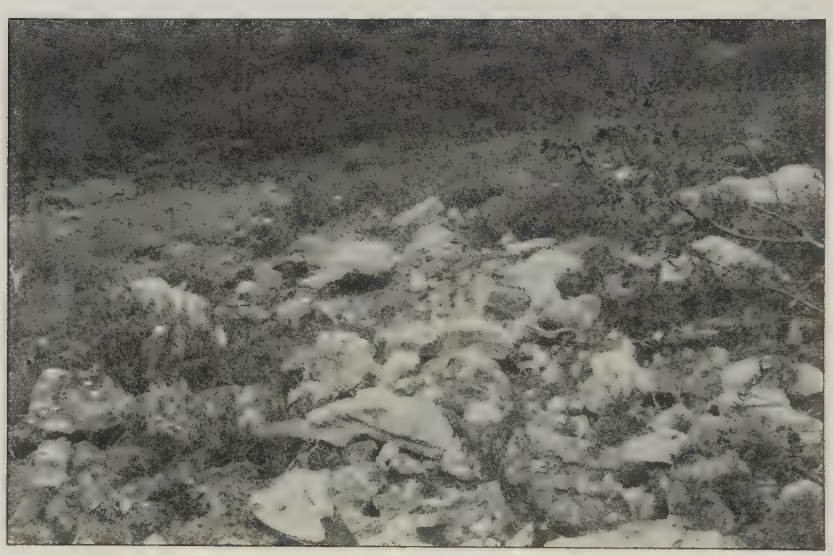


Fig. 13. Frischer Lawinenschutt in der *regio subalpina* des Låddepakte.
Verf. phot. 20. Juli 1916.

öfters ziemlich grosse Steine ruhen. An der orographischen Birkenwaldgrenze fanden sich überall massenhaft gestürzte Birken, in der Richtung bergab liegend. Dass diese Verheerungen unter den Birken von Lawinen angerichtet sind, zeigt unter anderem der Umstand, dass die zurückbleibenden Strünke eine Höhe von 1—1,5 m erreichen. Die Lage der oberen Waldgrenze kann da festgesetzt werden, wo die Birkensträucher aufhören. Diese sind nämlich aus ganz anderen Gründen entstanden als diejenigen Birkensträucher, die sonst oberhalb der oberen Waldgrenze auftreten. Die Zahlen, die in dieser Birkenstrauchgrenze erhalten wurden, stimmten völlig zu denen, die sich in anderen Teilen des Låddepakte, wo eine Hinabpressung der Waldgrenze nicht wahrgenommen werden konnte, auf die wirkliche Waldgrenze bezogen.

Ökologische Faktoren spielen für die Lage der Waldgrenze eine bedeutende Rolle (vgl. Tengwall 1918). Im Hochgebirge ist die Dauer der Schneebedeckung ein Faktor, der auf die Birken in der Waldgrenze einen starken Einfluss ausübt, und ohne von der Bedeutung dieses Faktors Kenntnis zu haben, ist es oft fast unmöglich, zuverlässige Werte für die obere Waldgrenze zu erlangen. Die Depressionen und Einschnitte in der Waldgrenze, die besonders in Ravinen auftreten, sind fast immer von lange daliegendem Schnee verursacht (Fig. 14). Aus den Alpen hat Bühler (1898) ein analoges Verhältnis nachgewiesen, indem er bezeugt, dass diejenigen Stellen in den Alpen, die noch Anfang Juni schneebedeckt sind,

Fig. 14. Der Birkenwald auf dem Ostabhang des Telma im Rapadalen.
A. H—g phot. 2. April 1914.

keinen Waldwuchs zeigen. Nicht selten kann die Waldgrenze in niederschlagsreichen Tälern um mehrere km vom Schnee hinabgepresst sein. Die Ursache dieses Verhältnisses ist die, dass die Birke für ihre Existenz eine gewisse Minimaldauer der Vegetationsperiode verlangt. In der Zeit der Schneeschmelze kann man auf dem Gebirge beobachten, dass, wenn der ganze Birkenwald schneefrei geworden ist, Schnee noch immer daliegt sowohl gerade oberhalb der Waldgrenze als auf baumlosen Flächen gerade unterhalb derselben (Fig. 15). Noch höher an dem Gebirge hinauf liegen grosse Flächen schneefrei, so dass es im Waldgrenzengebiet selbst ein breites Schneeband gibt, das wohl hie und da unterbrochen wird, das man aber kilometerweit in den Tälern verfolgen kann. Es verhält sich offenbar so,

dass der Schnee im Winter vom Kahlgebirge hinabweht und sich in der Waldgrenzengegend anhäuft; weiter unten im Walde bilden die Birken ein

Fig. 15. Waldlose schneebedeckte Partien an der Waldgrenze auf dem Gällivare-Dundret. Verf. phot. Juni 1917.

Fig. 16. Exponierter waldloser Hügel, mit *Juncus trifidus* bewachsen, im Birkenwald unterhalb des Rittok im Rapadalen. Verf. phot. 1. Aug. 1914.

Hindernis gegen das Fortschreiten des Treibschnees. Die Anhäufung von Schnee in der Waldgrenzengegend ist nebst der mit der Höhe abnehmenden

Temperatur die Ursache der schneebedeckten waldlosen Strecken, die bei der Schneeschmelze im Waldgrenzenstreifen beobachtet werden können. In den Jahren, wo der Schnee erst spät abschmilzt, bleiben die Birken, die den waldlosen Gebieten am nächsten stehen, lange in schneebedecktem Boden stehen und es ist da leicht zu konstatieren, dass sie erheblich später entwickelt werden als diejenigen, die sich auf schon ausgeschmolzenem Boden befinden. Während eines grossen Teiles der Vegetationsperiode haben sie ein fast krankhaftes Aussehen und erst im Hochsommer haben sie die Entwickelung der übrigen Birken erreicht.

Die Flächen, wo der Schnee den Waldwuchs verhindert hat, sind mit Pflanzengesellschaften bewachsen, die in der *regio alpina* wiedergefunden

Fig. 17. Birkensträucher auf subalpiner Heide oberhalb des Saltoluokta, 650 m ü. d. M. (Obere Waldgrenze 700 m ü. d. M.) Verf. phot. 10. Juli 1918.

werden. Charakteristisch für sie alle ist, dass sie nur auf Standorten auftreten, die mehr oder weniger langdauernde Schneedecke besitzen. Wenn ein Wiesenbirkenwald von durch Schneebedeckung verursachten baumlosen Flächen unterbrochen wird, sind die Pflanzengesellschaften, die auf diesen wiedergefunden werden, Wiesenweidengebüsche, hochwüchsige oder niedrigwüchsige Wiesen und zuweilen Schneebodengesellschaften. Im Heidenbirkenwald werden die baumlosen Gebiete von Heidelbeerheiden, Grasheiden oder ausnahmsweise von Schneebodengesellschaften eingenommen.

Nicht nur langdauernde Schneebedeckung, sondern auch Mangel an Schnee kann Waldlosigkeit verursachen (Tengwall 1918). Dies ist besonders der Fall auf windoffenen, den Winterstürmen stark ausgesetzten Gebirgsabhängen.

Die Depressionen können sich bisweilen auf mehr als 100 m belaufen. Die waldlosen Gebiete sind mit Pflanzengesellschaften bewachsen, die Austrocknung vertragen, wie flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide, flechtenreiche *Empetrum*-Heide, *Juncus trifidus*-Heide (die Zwergstrauchequivalente, Fig. 16). Charakteristisch ist ausserdem, dass Birkensträucher auf den Abhängen reichlich vorkommen, die an der Leeseite kleinerer Hügel liegen (Fig. 17). Die Form der Birkensträucher deutet auch darauf hin, dass Winterwinde sie beeinflusst haben. In seichten Ravinen und Niederungen zwischen den waldlosen Gebieten wächst Birkenwald, öfters von ziemlich guter Beschaf-

Fig. 18. Birkenwaldzipfel oberhalb des Saltoluokta. Die Birken sind infolge der starken NW-Winden gegen SE gebogen. Verf. phot. 10. Juli 1918.

enheit, gewöhnlich sind die Birken aber vom Winde hart mitgenommen. (Fig. 18). Nicht selten treten Tischbirken auf derartigen Standorten auf, und dass ihr Aussehen von Winterwinden verursacht ist, hat Kihlman (1890) gezeigt. Wie der Mangel an Schneeschutz während des Winters Waldlosigkeit bewirkt und wie andererseits lange liegen gebliebener Schnee die Entstehung baumloser Pflanzengesellschaften veranlasst, kann man an verschiedenen Orten auf stark durchschnittenem Gelände im Rapadalen beobachten (Fig. 19). In den tiefen Ravinen auf dem nordöstlichen Abhang des Tales fehlt die Birke ganz auf dem Talboden der Ravinen und in dessen unmittelbarer Nähe; weiter nach oben gibt es hübschen Wald, aber auf den exponierten Rücken zwischen den Ravinen gibt es höchstens verkümmerte und missgebildete Birkensträucher, ab und zu fehlen auch diese.

Im Waldgrenzengebiet und sonst in der *regio subalpina* ist es keineswegs ungewöhnlich, dass Auffrierungserscheinungen auf baumlosen Gebieten vorkommen. Ob diese die Waldlosigkeit verursacht haben oder selbst eine Folge von durch Winterwinde entstandenen baumlosen Flächen sind, lässt sich nicht entscheiden. Wie dem auch sei, tatsächlich können grosse Gebiete im Waldgrenzengebiet infolge Bodenauffrierung (»solifluktion») zersprengt sein, und dass eine beständig wiederkehrende Umrührung des Erdbodens die Entstehung von Wald verhindert, dürfte unzweifelhaft sein. In der Pårekgegend habe ich hübsche Beispiele dieser Erscheinung gesehen. Besonders

Fig. 19. Der Birkenwald des Passåive am Laitaure. A. H—g phot. 14. April 1902.

prägnant kommt die Zerfrierung zum Ausdruck auf kalkreichen Gebieten, wo aus dem waldbedeckten, unbeweglichen Boden der Kalk ausgewässert ist und jener Birkenwald trägt, dessen Untervegetation keineswegs eine Äusserung des Kalkreichtums im Substrat ist, wo aber die Bewegungserscheinungen auf den waldlosen Teilen kalkreiche Erdarten bis zur Oberfläche heraufgebracht haben, und der Boden somit von einer Vegetation bedeckt wird, die zweifelsohne dem Kalk ihre Zusammensetzung zu verdanken hat. Im Torne Träskgebiet gibt es weitausgedehnte Flächen, die diese Tatsache bestätigen (Fig. 20); innerhalb des von mir untersuchten Gebietes kann die niedrige Waldgrenze auf dem Pelloreppe wenigstens teilweise durch die hier angeführten

Umstände erklärt werden, was auch durch das Vorkommen von *Dryas*-heide gerade oberhalb der Waldgrenze dieses Gebirges bestätigt wird.

Moore, die in der Waldgrenzengegend auftreten, können lokale Depressionen der Waldgrenze verursachen. Innerhalb des Gebietes, das ich studiert habe, ist dies jedoch nur selten der Fall, was darauf beruht, dass die Waldgrenzen im allgemeinen auf ziemlich stark geneigtem Gelände liegen. In den Talsohlen dagegen bewirken die Moore nicht selten Waldlosigkeit, und beträchtliche Depressionen können dadurch in der Waldgrenze entstehen (Fig. 21). Die bekannte und umstrittene Erscheinung, dass der Birkenwald in der Talsohle niedriger als auf den Seiten liegt, kann wenigstens in einzelnen

Fig. 20. Subalpine Heide mit *Cassiope tetragona* bei Abisko, Torne Lappmark, 350 m ü. d. M. Verf. phot. 22. Juni 1918.

Fällen durch das Auftreten von Mooren erklärt werden. Ausserdem tragen Schneereichtum oder, in breiten Tälern, Winterwinde dazu bei, den Waldwuchs in der Talsohle zu verhindern. Ob diese ökologischen Faktoren dazu hinreichen, *alle* »Talerscheinungen» zu erklären, mag dahingestellt sein; möglicherweise spielen auch die Temperaturverhältnisse beim Ausschlagen des Laubes eine Rolle. Untersuchungen über die Dauer der Vegetationsperiode der Birke in diesen Talsohlendepressionen würden sicherlich dazu beitragen, die Frage zu lösen. Derartige Untersuchungen sind indessen noch nicht ausgeführt.

Die von mir ausgeführten Messungen der Wald-, Baum- und Strauchgrenzen sind mit Aneroidbarometer und Thermometer ausgeführt worden. Als Ausgangspunkte haben die grossen, im allgemeinen nivellierten Seen

Tabelle XI.

Die Höhe der Wald-, Baum- und Birkengebüschgrenzen der Lule Lappmark.

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
Nördliche Böschung des Rapadalen:					
Tåresåive	751	—	—	SSW	
» (Vestergren)	779	811	—	—	
Passåive (»)	765	802	—	—	
Kertoketjtjåkko	825	825	—	S	
»	801	801	835—845	S	
Zwischen dem Kertoketjtjåkko und dem Rittok	774	—	—	SSW	Schneebodendepression.
Zwischen dem Kertoketjtjåkko und dem Rittok	789	—	> 820	SSW	D:o.
Rittok	806	—	> 830	S	
»	813	—	—	S	
»	781	790	—	S	Baumgrenze der Eberesche.
» (Hamberg)	770—780	—	—	SSE	
Netirtjåkko	809	—	—	S	
Råtnik	817	—	> 885	S	
Vassjatjåkko	845	875	870 [1] c:a 890 [2]	SSW	[1] Gebüsch der Ebereschen. [2] Gebüsch der Birken.
Unna Skårkas	812	—	865	SW	
»	814	—	c:a 850	SW	
Stuorra Skårkas	783	—	875	SW	Minimalwert: der Wald von Schuttboden zerstört.
»	792	—	—	SW	D:o.
Snavvajokk	740	—	—	S	Schneebodendepression.
»	780	—	—	S	D:o.
»	775	—	—	S	D:o.
» (Hamberg)	728	—	—	—	
» (»)	755	776	—	S	
Låddepakte	820	—	860	W	
»	832	832	950 980	S	
»	746	—	—	S	Minimalwert: Schuttboden.
» (Vestergren)	—	—	889	—	
Pelatjåkko	810	810	—	W	
Pelavaratj	808	—	—	W	
»	742	—	—	W	
Tjågnorishütte	724	740	—	SW	
» (Hamberg)	725	740	—	SW	
» Talsohle (»)	c:a 665	—	—	—	
Rapadalen am Matujokk (»)	700	—	—	SW	
» » Smailajokk	—	—	c:a 720	SW	
» W vom Smailajokk	c:a 710	—	—	—	Isoliertes Wäldchen.
Südliche Böschung des Rapadalen.					
Tjakkeli	810	—	—	NW	
Vaikantjåkko	710	735-750 [1] 710 [2]	—	NE	[1] Eberesche. [2] Birke. Schneebodendepression.

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
Vaikantjåkko	721	750 [1]	—	NE	[1] Eberesche. Schneebodendepression.
»	737	—	—	NE	D:o.
» (Hamberg)	727	—	—	NE	D:o.
»	726	740 [1] / 726 [2]	—	NE	[1] Eberesche. [2] Birke. Schneebodendepression.
»	771	795 [1] / 771 [2]	820	NE	[1] Eberesche. [2] Birke.
»	746	771 [1]	—	NE	[1] Eberesche.
» am Kåtokjokk	729	—	—	NW	Winddepression.
» » » (Hamberg)	736	—	—	N	
» » »	768	—	—	N	
Kåtoktjåkko am Kåtokjokk	800	—	—	SE	
» gegen den »	781	—	—	E	
Kåtokvaratj	835	835	—	S	
»	821	821	—	S	
»	717	—	814	NE	Schneebodendepression.
»	739	—	—	NE	D:o.
Zwischen dem Kåtokvaratj und dem Kåtokjokkotjkaska (Hamberg)	770	795 [1]	—	—	[1] Eberesche.
Kåtoktjåkko	749	—	—	ENE	Schneebodendepression.
»	711	—	770	ENE	D:o.
»	722	—	> 806	ENE	D:o.
Pelloreppe	679	679	—	NE	D:o.
»	643	643	—	NE	D:o.
»	658	—	—	NNE	D:o.
Jokkotjkaskajokk	—	—	770	E	
Ålkatjtjåkko N vom Ålkatjjokk	786	—	c:a 800	E	
Nördliche Böschung des Sarvesvagge:					
Telma	746	—	—	SE	D:o.
»	765	—	—	SSE	
»	780	—	—	S	
»	813	850	—	S	
Südliche Böschung des Sarvesvagge:					
Pelloreppe	743	765	—	N	D:o.
Stuollo	724	—	—	N	D:o.
»	749	—	—	NNW	D:o.
Kaskasatjåkko	804	804	—	NNW	
» gegen W.	720	—	—	N	
Näite, Talsohle	690	—	—	—	
» » (Hamberg)	680	—	—	—	
Nördliches Ufer des Sitojaure:					
Tsirakpakte	726	750—755	—	SW	

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
Südliches Ufer des Sitojaure:					
Martahavaratj	736	—	—	NE	
Tåresåive (Vestergren)	774	797	—	—	
E. vom Rapadalen:					
Vare Hårås (Hamberg)	760	—	—	N	
Seite (»)	683	—	—	—	Minimalwert; der Gipfel des Gebirges 683 m.
Isolierte Birkengebüschvorkommnisse in der regio alpina:					
Perikpakte	—	—	955	SW	
Näntotjåkko	—	—	813	S	
Alatjåkko am Mellätno	—	—	712	—	
Stuor Rissavare am Mellätno	—	—	726	—	
Die Gegend von Pårek und die nördliche Böschung des Njåtsosvagge:					
Kalaktjåkko	823	—	—	W	
Unna Jerta (Vestergren)	792	—	816	—	
Pårektjåkko	777	785	—	S	
»	799	—	—	S	
»	781	—	—	S	
»	793	803	—	S	
» (Vestergren)	770	—	—	—	
» (»)	799	807	—	—	
» (Hamberg)	c:a 780	—	—	S	
» gegen W.	800	805	—	S	
Pårtetjåkko	800	810	—	S	
Säkok	816	—	—	S	
»	822	830	> 870	S	
»	793	793	—	S	
»	808	—	—	S	
» (Hamberg)	c:a 780	—	—	—	
» gegen W.	772	—	—	S	
» » »	775	—	—	SSW	
Luotto (Vestergren)	808	826	—	—	Wahrscheinlich zu hohem Wert.
»	740	—	—	SW	
» (Hamberg)	720	780	—	S	
Luottojokk, Talsohle (»)	c:a 670	—	—	—	
Südliche Böschung des Njåtsosvagge:					
Vallatj (Gavelin)	670	—	—	NW	Depressionen.
Tjuolta (»)	680—685	—	—	E	
S. von Pårek:					
Varto (Gavelin)	c:a 660	—	—	S	Winddepression.
W vom Stantarjokk und NNW vom Varto (Gavelin)	715—725	—	—	—	Wahrscheinlich Minimalwert.

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
Nördliche Böschung des Kamajokk (Slihtajokk):					
Ruotevare ... (Gavelin)	c:a 614	—	—	NW	Winddepression.
Tjårrok ... (»)	< 700	—	c:a 702	NW	
Tjuolta ... (»)	775	—	—	SE	
» ... (»)	765—770	—	—	S	
» ... (»)	750	—	—	SW	
» gegen W. ... (»)	728	—	—	SW	
» » » ... (»)	675	—	—	W	
» , Talsohle ... (»)	590—600	—	—	—	
Südliche Böschung des Kamajokk (inkl. Valle):					
Vallevare am Vallejokk (Gavelin)	750—760	—	—	NE	
» , Prinskullen ... (»)	705—710	—	> 742	SE	
» » ...	715	—	> 742	SE	
» ... (Gavelin)	725—730	—	—	NE	
Vallebacken ... (Wahlenberg)	c:a 650	—	—	—	
Åreåkårså ... (Gavelin)	675—680	—	> 700	—	Wahrscheinlich Winddepressionen.
E vom Habres ... (»)	c:a 690	—	—	—	
Ruonas ... (»)	c:a 640-650	—	—	SE	
» ... (»)	c:a 625	—	—	NNE	
Njunjes ... (Andersson u. Birger)	780	—	—	—	
Nahe dem Tarreluoppal ...	c:a 700	—	—	—	Laut schriftlicher Mitteilung von Dr. Thore Lindfors
E. von Kvikkjokk:					
Snjerak ...	767	—	> 780	WSW	
» ...	782	—	—	SE	
» ... (Wahlenberg)	c:a 715	—	—	—	
Kassevare ...	788	—	—	NW	
Das Virihaure-Gebiet:					
Puollejokk, nahe dem Råtokjokk ...	c:a 695	—	—	SSW	Isolierte Wäldchen.
Kettaure ...	690	—	—	S	D:o.
Unna Titir, am Kettaurejokk ...	680	—	—	S	
» » » » (Gavelin)	600	—	—	—	Druckfehler statt 660?
» » » » (Wahlenbg)	c:a 675	—	—	—	
» » ...	650	—	—	SSW	
» » ... (Wahlenberg)	c:a 680	—	—	—	
Stuor Titir ...	725—740	—	—	S	Isoliertes Wäldchen.
Titirnjarka ...	630—660	—	—	SSW-N	
Stalojokk nahe dem Kerkevare ...	c:a 625	—	—	NW	
Allakvare ...	650	—	—	S	
» ... (Gavelin)	650	—	-	—	
Kåbrek ...	590	—	—	N	
Der See auf der westlichen Landzunge zwischen dem Viri- und dem Vastenjaure ...	600	—	—	S	D:o.
Topeknjarka ...	c:a 600	—	—	SW	Isolierte Wäldchen.

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
Isolierte Berge im Kirchspiel Gällivare:					
Teletöisentunturi ....(Frödin)	538	—	620	S	Depression.
Nautanen ....(»)	533	—	555	S	Höhe des Berges 555 m. Auf diesem Berge giebt es keine Waldgrenze.
Hirvasåive ....(»)	605	—	—	S	
Hirasrova ....(»)	611	—	—	—	Minimalwert. Der Gipfel des Berges 611 m.
Patjanen ....(»)	622	—	—	S	
Välkomman (Malmberget) (»)	604	—	—	S	
» » (Fries)	610	—	—	—	
» »	609	—	> 611	S	Höhe des Berges 617 m.
Pjälloåive....(Frödin)	620	—	—	S	Höhe des Berges 634 m.
Gällivare Dundret ....(»)	660	—	—	S	
» »	635	—	—	N	
» »	650	—	—	N	
» »	670	—	—	NNE	
Nietsakeskåbbo ....(Frödin)	647	—	—	S	
Syd-Stubba ....(»)	650	—	—	S	Höhe des Berges 661 m.
Vuosmavare....(»)	633	—	—	S	Höhe des Berges 630 m.
Nabrivare....(»)	620	—	637	S	Höhe des Berges 637 m.
Appovare ....(»)	664	—	—	S	
Sverkovare ....(»)	640	—	—	S	Höhe des Berges 645 m.
Kuorainen ....(»)	636	—	—	—	Minimalwert; der Gipfel des Berges 636 m.
Linaåive ....(»)	650	—	—	S	Höhe des Berges 664 m.
Jäkkalavare ....(»)	660	—	—	S	
Tjårro Kiäble ....(»)	639	—	—	S	
Tabmokåive....(»)	649	—	—	S	
Tjutekåbbo ....(»)	648	—	—	—	Minimalwert; der Gipfel des Berges 648 m.
Tjårroketje ....(»)	616	—	—	S	
Saivotjåkko ....(»)	618	—	—	S	
Kurravare ....(»)	630	—	—	S	Höhe des Berges 634 m.
Tjiskavare ....(»)	624	—	—	S	
Isolierte Berge im Kirchspiel Jokkmokk:					
Ananasvare ....(Frödin)	631	—	—	—	Minimalwert; der Gipfel des Berges 631 m.
Stuor Talput ....(»)	615	—	—	S	
Das Tal des Stora Lule älf, nördliche Böschung:					
Saivotjåkko ....(Frödin)	696	—	—	SW	
Anutjåkko ....(»)	685	—	—	S	
Tapmoktjåkko ....(»)	681	—	—	SW	
Helka ....(»)	704	—	—	S	Isoliertes Wäldchen.
Zwischen dem Parokvare und dem Suppats ....(Frödin)	681	—	—	S	

Lokalität	Waldgrenze	Baumgrenze	Birkengebüschgrenze	Exposition	Anmerkungen
N vom Juobmovaratj ....(Frödin)	698	—	—	S	Isoliertes Wäldchen.
Juobmotjåkko ....(»)	710	—	—	SSE	
» .... (Cleve-Euler)	c:a 660	c:a 760	—	NW, W	
Karanestjåkko (Nieras) ...(Frödin)	695	—	—	S	
Nieras .... (Cleve-Euler)	c:a 740	c:a 770	—	S	
Jollmejokkotj ....(Frödin)	687	—	—	SW	
Zwischen dem Vakotavare und dem Nieras ....(Frödin)	705	—	—	S	
Ebbatjåkko .... (Cleve-Euler)	c:a 715	c:a 760	—	S	
Laksejokk ....(Frödin)	690	—	—	SSW	
Maukojokk ....(»)	712	—		SW	
Suolokajokk....(»)	706	-	-	SW	
Raivotjåkko ....(»)	710	—	-	SW	
Pirvitakka ....(»)	728	—	-	S	
Julletjåkko ....(»)	725	- -		SSE-SE	
Stuor Seggok ....(»)	652	-	—	SW	
» » ....(»)	596	-		W	
Littak ....(»)	628	—	—	SW	
Tjärok ....(»)	618	- -		SW	
Skejatjåkko ....(»)	646			SE	
» ....(»)	580—600	-	-	SW	
Ketsakåive ....(»)	> 600	—	- -	SE	
Svaltjajokk .... (Hamberg)	635			- -	
Pålnotjåkko ....(Frödin)	716		—	SE	
Åiveketjetjåkko ....(»)	701	—	-	S	
Uppajokk (= »Sepirjokk»)	c:a 650	-	—	SW	
Das Tal des Stora Lule älf, südliche Böschung:					
Valle....(Frödin)	724	—		S, SE, SW	
Luspenåive ....(»)	666	-	—	NE	
Mattok ....(»)	687	-	-	S	
Puollamtjåkko ....(»)	615	—		S	
S vom Saltoluokta ....(»)	> 625			—	(Winddepression, vgl.
» » »	677	—	—	N	Tengwall 1918.
Autsotjvagge	699	720—725	-	N	
Tjäporis ....(Hamberg)	700	—	-	—	
» ....(Frödin)	700	—	-	S	
Alep Kerkau ....(»)	680		- -	SW	
» » .... (Cleve-Euler)	c:a 640	700	—	SE	
Napal .... (Hamberg)	730	-	-	—	
Zwischen dem Adtje und dem Napal .... (Hamberg)	720	—	—	—	
Stuotajokk ....(Frödin)	715	- -	-	NE	
SW von dem Lullihapårre(»)	680		—	NE	
Snjutjotiskårså....(»)	680		—	E	
» » ....(»)	655		—	W	
Kisurisjokk ....(»)	645		—	NW	

gedient; innerhalb des Sarekgebietes habe ich aus den Nivellierungen Nutzen gezogen, die von A. Hamberg ausgeführt oder veranstaltet und mir von ihm zur Verfügung gestellt wurden. Beim Berechnen der Ziffern habe ich auf das Barogramm in Kvikkjokk (310 m ü. d. M.) und Pårek (710 m ü. d. M.) und in zweifelhaften Fällen auch auf synoptische Isobarenkarten Rücksicht ge-

nommen. Hoffentlich habe ich dadurch ziemlich zuverlässige Ziffern bekommen. — Bei Festsetzung der Waldgrenze in der Natur haben bestimmte Masse der Bäume keinen Einfluss auf meine Auffassung dieser Grenze ausgeübt, weder die von Brockmann-Jerosch (1919) befürwortete Höhe (5 m), auch nicht Frödins (1916) männerhöhe Birken. Es wäre nämlich meiner Ansicht nach vollständig fehlerhaft, von einer im voraus bestimmten Minimalgrösse der Bäume auszugehen, um diese als Wald bezeichnen zu

Fig. 21. Die waldlose Talsohle des Rapadalen an der Tjågnorishütte. Auf dem Abhang (links auf dem Bilde) stehen mehrere Birken. Verf. phot. 27. Juli 1915.

lassen. Nur eine genaue Kenntnis der Bedeutung der ökologischen Faktoren für die Ausbildungsformen der Birken kann in jedem Einzelfall die Antwort liefern auf die Frage, ob ein Birkenstrauch als »Baum» aufgefasst werden soll oder nicht. Nur die obersten Waldvorkommnisse zu messen, ist natürlich vollkommen objektiv und hat deshalb seinen Wert, es soll aber hervorgehoben werden, dass man durch ein vertieftes Studium der Ökologie der Birken zur Erkenntnis kommt, dass man für die Höhe der oberen Waldgrenze auf solchen Gebieten Zahlen erhalten kann; die, durch oberflächlich-objektives Feststellen der höchsten Bäume gewonnen, ganz widersprechende Werte bringen und vielleicht auch das Ergebnis der Bearbeitung aufs Spiel setzen können.

Die Pflanzengesellschaften.

Die Assoziation als pflanzensoziologische Einheit. — Die Birkenwälder. Die Gebüsche. Die Feldschichtgesellschaften. Die Wasserpflanzengesellschaften.

Als grundlegende Einheit für die soziologische Pflanzengeographie hat man sich auf die Assoziation geeinigt. Dieser Terminus, obgleich früher bereits benutzt, wurde in seiner gegenwärtigen Bedeutung von Flahault 1901) aufgenommen und bekam auf dem Brüsseler Kongress (1910) eine klare Definition. Doch schon auf dem Kongress machten sich Bedenken gegen deren Auffassung bemerkbar und später wurden immer mehr Einwendungen dagegen vorgebracht. Die Einigkeit, welche man zu gewinnen glaubte, wurde deshalb gewissermassen illusorisch. Von den schwedischen Pflanzengeographen, welche die induktive Forschung immer hoch gehalten haben, wurde geltend gemacht, dass der orthodoxe Satz: »Der Standort erzeugt die Pflanzengesellschaften» keineswegs angenommen werden könne. (Du Rietz, Fries und Tengwall 1918). Und da der Standort, welcher im Sinne des Brüsseler Kongresses alle die auf die Vegetation an einer bestimmten Lokalität Einfluss besitzenden Faktoren umfasste, für die Begrenzung und Einteilung der Assoziationen zu Grunde gelegt wurde, war es die natürliche Folge, dass die genannten schwedischen Forscher gegen die Annahme der Definition des Brüsseler Kongresses opponieren mussten. Für sie wurde die Assoziation stattdessen »eine Pflanzengesellschaft von bestimmter floristischer Zusammensetzung und Physiognomie» (Du Rietz, Fries und Tengwall l. c. S. 149). In dieser Arbeit wurde besonders die Bedeutung der floristischen Zusammensetzung betont und darauf hingewiesen, dass eine gewisse Artgemeinschaft zwischen den verschiedenen Teilen der Vegetation (= den »Einzelbeständen») vorhanden sein muss, damit sie zur selben Assoziation gehören können. Der Grund für die Assoziation ist also Gleichheit in der Artzusammensetzung bei den Teilen der Vegetation, welche zu derselben gehören.

Theoretisch — wie auch in der Praxis — muss man deshalb in jeder Assoziation eine gewisse Anzahl Arten unterscheiden können, die man in jeder zu der respektive Assoziation gehörigen Vegetation wiederfinden muss. Dies jedoch unter der Voraussetzung, dass man sich mit solchen Vegetationsteilen befasst, die das Minimumareal der betreffenden Assoziation übersteigen, oder mit anderen Worten mit Vegetationsflächen, welche grösser sind als Assoziationsfragmente (Du Rietz, Fries und Tengwall 1918).

Untersuchungen, in den Jahren 1918 und 1919 Frage ausgeführt, an alpinen und subalpinen Assoziationen zur Beleuchtung dieser Frage ergaben, dass, auch wenn man auf Flächen von 1—4 m² Grösse arbeitete, eine beachtenswert

grosse, qualitativ und quantitativ bestimmte Anzahl Arten auf jeder analysierten Fläche wiedergefunden wurde, so lange man sich innerhalb einer gleichartigen Vegetation oder mit anderen Worten einer bestimmten Assoziation bewegte (vgl. Du Rietz, Fries, Osvald und Tengwall 1920).

Diese Entdeckung war von grösster Bedeutung, zumal es sich zeigte, dass die Artgemeinschaft weitaus grösser war als man eigentlich auf Grund der Erfahrungen, welche eine blosse Schätzung ergeben haben, hätte erwarten können. Bei Brockmann-Jerosch (1907) und Rübel (1912) findet man Tabellen, bestimmt für die Untersuchung, welche Arten innerhalb der verschiedenen Assoziationen in wenigstens der Hälfte der gemachten Aufzeichnungen wiederkehren. Diese Arten hat Brockmann-Jerosch Konstanten genannt. Es besteht jedoch entschieden ein Unterschied in der »Konstanz» zwischen Arten, welche in allen untersuchten Fällen vorkommen und denen, die nur in der Hälfte derselben auftreten; von der ersteren Art haben Brockmann-Jerosch und Rübel (l. c.) nur 1—2 Arten, während die Untersuchungen aus den schwedischen Gebirgen über 10 »absolute Konstanten» aufweisen können und dies auch in verhältnismässig artarmen Pflanzengesellschaften. Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich in der minuziösen Genauigkeit, mit welcher die letztgenannten Untersuchungen ausgeführt wurden; ausserdem ist es möglich, dass die Schweizer Forscher ihre Aufzeichungen auf Flächen gemacht haben, die innerhalb der Assoziationsfragmente fallen.

Indes ist noch ein Umstand betreffs der »absoluten Konstanten» zu bemerken. Aus der Behandlung des sich auf eine sehr grosse Anzahl von Aufzeichnungen stützenden Materiales ging hervor, dass die Summe der in *allen* untersuchten Flächen vorkommenden Arten, d. h. im höchsten Frequenzgrade, bedeutend grösser ist als die Summe der Arten in jedem der nächsthöchsten Frequenzgrade, und war die Anzahl der Aufzeichnungen innerhalb einer Assoziation einigermassen gross, so übertraf die Artanzahl im höchsten Frequenzgrade die Artanzahl in jedem anderen Frequenzgrade, möglicherweise mit Ausnahme des allerniedrigsten Frequenzgrades. Die in allen untersuchten Flächen vorkommenden Arten erhalten demnach eine entschieden grössere Bedeutung für die Konstitution der Assoziation als die übrigen. Ich möchte deshalb für diese Arten die Bezeichnung konstante Arten oder *Konstanten* vorschlagen.

Braun und Furrer (1913) brachten in Vorschlag, zur Definition der Assoziation solle noch die Forderung von Charakterarten hinzugefügt werden, d. h. von Arten, welche nur oder vorzugsweise innerhalb einer bestimmten Assoziation auftreten. In seinen späteren Arbeiten hat Braun (1915, 1918) diesen Gedanken noch weiter entwickelt und (1918, S. 9—13) seine Ansichten präzisiert. Nach Braun können die Arten innerhalb einer Assoziation in bezug auf ihr Auftreten vier Eigenschaften besitzen, je nach dem Grade von »Gesellschaftstreue», »Stetigkeit» »Mengenverhältnis» (absolut und re-

lativ), »Geselligkeit». Von grösster Bedeutung ist jedoch der Grad von »Gesellschaftstreue», denn, um Braun (1918, S. 11) zu zitieren: »eine Art kann nur sporadisch, sehr spärlich und vereinzelt auftreten, aber dennoch gesellschaftstreu sein und mithin den vollkommenen Ausdruck der gegebenen Faktoren verkörpern.» Das Vorkommen von »Charakterarten I. Ordnung», d. h. Arten, welche im höchsten Grade gesellschaftstreu sind, ist also eine *conditio sine qua non* für die Assoziation als solche. Braun meint auch, dass die Teile von Vegetation, welche keine »Charakterarten» besitzen, »entweder Untergruppen oder dann Entwicklungsstadien der Bestandestypen oder Mischbestände» sind. Seine Ideen haben wohl kaum noch allgemeine Anerkennung erungen; ihr eifrigster Fürsprecher ist gegenwärtig Pavillard (1918, 1919), der darin ein Mittel zur Vertiefung der Auffassung des Baues und der Ökologie der Assoziationen erblickt.

Es kann indes in Frage gestellt werden, ob Brauns Theorie von der Bedeutung der Charakterarten wirklich den festen Grund besitzt, der die nötige Voraussetzung ihrer Haltbarkeit bildet. Denn, wie soll man entscheiden können, ob eine Art eine »Charakterart I. Ordnung» ist? Selbstredend muss dies durch genaue Analyse gleichartiger Vegetationsflächen geschehen und erfordert grosse Erfahrung über das Auftreten der Arten. Aber auch, wenn es auf diese Art und Weise die Existenz von Charakterarten zu ermitteln gelingt, ist es nicht ausgeschlossen, dass es grosse Vegetationsteile gibt, welche nicht in die auf Grund von Charakterarten aufgestellte Assoziationen eingereiht werden können. Diese Teile von Vegetation können also nach Brauns Anschauung keine »Assoziationen» sein. Was sind sie aber dann? Sie können mit den »wirklichen» Assoziationen infolge ihrer Verschiedenheit in der floristischen Zusammensetzung und Physiognomie nicht zusammengeführt werden. — Existieren aber solche Assoziationen ohne »Charakterarten» in der Natur? Auf diese Frage müssen wir unbedingt mit Ja antworten. Als Beispiel können die in der *regio alpina* reichlich auftretenden *Empetrum*- und Heidelbeerheiden angeführt werden. Keine von diesen besitzt irgendeine Charakterart, aber deshalb zu verneinen, dass sie selbständige Assoziationen seien, wäre meines Erachtens nach völlig fehlerhaft. Das Vorkommen von »Charakterarten I. Ordnung» dürfte übrigens unter den alpinen und subalpinen Assoziationen der skandinavischen Gebirgsgegenden recht ungewöhnlich sein. Nach meiner recht bedeutenden Erfahrung sind es hauptsächlich die an kalkreiches Substrat gebundenen Pflanzengesellschaften, welche Charakterarten besitzen. Ausserhalb der *Dryas*-heiden dürfte man demnach kaum *Oxytropis lapponica, Carex nardina* antreffen; *Antennaria carpatica* kommt nur selten in anderen Pflanzengesellschaften als in der *Dryas*-Grasheide vor usw. Aber für die grosse Mehrzahl der alpinen und subalpinen Assoziationen gilt, wie gesagt, dass sie keine Charakterpflanzen haben.

Es erübrigt noch zu prüfen, ob der von Braun verfochtene Satz, dass eine »gesellschaftstreue» Art die Ökologie der Assoziation verkörpert, haltbar ist. Dies lässt sich am besten durch ein Beispiel illustrieren. In den skandinavischen Gebirgen kommt ganz allgemein die *Salix herbacea*-Assoziation vor, die keine für sie eigenartige Pflanze besitzt, ausser im nördlichsten Norwegen, wo die äusserst seltene *Draba crassifolia* in derselben auftritt und ausschliesslich an sie gebunden ist. Diese Art ist also eine »Charakterart I. Ordnung» im Sinne Brauns. Abgesehen von den rein einwanderungsgeschichtlichen Ursachen, welche die Ausbreitung von *Draba crassifolia* bedingen, dürfte mit Recht in Frage gestellt werden können, ob nicht gerade diese Variante der *Salix herbacea*-Assoziation, in welcher diese Art auftritt, sich durch einen speziellen ökologischen Charakter von denen unterscheidet, wo sie fehlt. Wenigstens ist eine solche Annahme ebenso berechtigt, wie dass *Draba crassifolia* der ökologische Ausdruck für die Faktoren wäre, welche die Entstehung der *Salix herbacea*-Assoziation bestimmen. Dieser Gesichtspunkt kann auf alle *seltenen* »gesellschaftstreuen» Arten angewendet werden. Wir wissen noch viel zu wenig über die Gesetze, welche die Verteilung der Arten bestimmen. Aber bis auf weiteres hat man ebenso guten Grund zur Annahme, dass das Auftreten einer seltenen Charakterart auf besonderen ökologischen Faktoren beruht, welche gerade an dem betreffenden Standort deren Existenz zulassen, wie dass es ein ökologischer Ausdruck für eine bestimmte Assoziation sei, d. h. auch für die zur Assoziation gehörigen Teile von Vegetation, wo die Art *nicht* vorkommt. — Braun meint, dass die Assoziation durch die Charakterarten »ökologische Selbständigkeit verrät». Dies mag wahr sein, wo es sich um eine Charakterart handelt, die *immer* in der Assoziation auftritt. Für die selteneren Charakterarten braucht dies, wie ich gezeigt habe, keine Gültigkeit zu haben. — Eine Assoziation kann jedoch auf eine andere Weise ihre »ökologische Selbständigkeit» zeigen. Die Untersuchungen von alpinen Pflanzengesellschaften, über welche ich im Vorhergehenden berichtet habe, zeigten u. a., dass jede Assoziation eine gewisse Anzahl von Arten besitzt, welche regelmässig in jeder zu dieser gehörigen Vegetation wiederkehren, nämlich die s. g. Konstanten. Diese dürften in weit höherem Grade als die Charakterarten die ökologischen Faktoren der Assoziation materialisieren.

Die Entdeckung der Konstanten zeigt, dass die Arten nicht individuell auf die ökologischen Faktoren reagieren, sondern gruppenweise. Die Konstanten sind deshalb die vornehmlichste floristische Bestimmung der Assoziation und ihre Feststellung gehört zu den wichtigsten Arbeiten für das Studium der Assoziationen.

Im Gegensatz zu diesen hier mitgeteilten Resultaten stehen die, welche Jaccard durch seine Untersuchungen der floristischen Konstanz in alpinen

Wiesen und anderen Pflanzengesellschaften der Alpen gewonnen hat (JACCARD, 1902 a, b; 1908; 1914). Er fand, dass die Artgemeinschaft beispielsweise in den Wiesen äusserst unbedeutend sei. Die Ursache hierfür beruht aller Wahrscheinlichkeit nach darauf, dass er nicht innerhalb homogener Vegetation gearbeitet hat; die alpinen Wiesen beherbergen deutlich eine Mehrzahl von Assoziationen, was JACCARD nicht berücksichtigt hat. In gewissen Fällen ist eine zu seinen Resultaten beitragende Ursache, dass er mit Flächen unterhalb des Minimumareals der betreffenden Assoziationen liegend gearbeitet hat. Auch ist es weder RAUNKIAER (1909; 1912; 1916) noch VAHL (1911; 1913 a, b; 1919) und anderen Forschern, die sich mit statistischen Vegetationsuntersuchungen nach der RAUNKIAER'schen Methode beschäftigen, gelungen, das Vorkommen von Konstanten zu beweisen. Hierfür liegt indessen die Erklärung offen zu Tage, denn die gewöhnlich benutzte Flächengrösse war 0,1 m^2 und es dürfte kaum eine aus mehreren Arten gebildete Phanerogamenassoziation existieren, deren Minimumareal innerhalb dieser Grenzen liegt.

Die Konstanten können als der Kern der Assoziation angesehen werden, um die sich die übrigen mehr oder weniger akzessorischen oder zufälligen Arten gruppieren. Jede Assoziation besitzt eine feste Anzahl bestimmter Konstanten, während die übrige Artengruppe von Punkt zu Punkt nach Anzahl und Zusammensetzung variieren kann. Diese Arten sind also nicht in derselben Weise wie die Konstanten ökologisch an die Assoziation gebunden, sondern reagieren leichter auf ökologische Variationen in der Gesellschaft oder auf andere rein lokale Zufälligkeiten. Zu bemerken ist, dass das absolute und relative Mengenverhältnis (Dominanz) der Konstanten sowie auch der übrigen Arten grossen Fluktuationen unterworfen sein kann. In artreichen Gesellschaften kann bald die eine, bald die andere Art dominieren und dies gilt auch für die mehr zufälligen Arten, ohne dass die Konstantengruppe einer Veränderung weder ihrer Zusammensetzung noch ihrer Anzahl nach unterworfen ist. Für Varianten und Fazies kommen noch spezielle Konstanten hinzu, diese Unterabteilungen innerhalb der Assoziation stehen deshalb auf einem anderen Niveau als die Ausbildungsformen der Assoziation, welche nur auf der Artdominanz basieren. Der Zusammenhalt unter den Konstanten ist demnach beachtenswert gross und die Konstantengruppe reagiert besonders träge auf die ökologischen Faktoren. Gerade auf dieser Eigenschaft der Konstanten beruht es sicherlich, dass Zwischenformen zwischen den Assoziationen so selten sind oder nur relativ kleine Flächen einnehmen.

Beim Unterscheiden der Assoziationen bin ich von floristisch-physiognomischen Prinzipien ausgegangen. Um mir eine Auffassung über ihre Zu-

sammensetzung zu verschaffen, habe ich die von HULT und SERNANDER angegebenen Methoden benutzt. Es wurde eine grosse Anzahl (zirka 500) Standortsaufzeichnungen gemacht; zur Bezeichnung der Mengenverhältnisse wurde die HULT-SERNANDER'sche Skala verwendet. Diese bezieht sich auf den Deckungsgrad der verschiedenen Arten, wobei diese auf die Bodenfläche projiziert gedacht sind. Die fünf Häufigkeitsgrade, die im Verhältnis 1 : 2 : 4 : 8 : 16 stehen, sind vereinzelt, spärlich, zerstreut, reichlich, häufig.[1] Diese Methode gibt natürlich kein exaktes Bild der Vegetation, um aber einzelne Teile der Vegetation zu charakterisieren, dürfte sie genügen.

Für die Gruppierung der Assoziationen habe ich das von DU RIETZ, FRIES und TENGWALL (1918) aufgestellte System benutzt, welches in Wirklichkeit nur eine Erweiterung des A. NILSSONschen (1902) darstellt. Für die sehr langanhaltender Schneebedeckung ausgesetzten Pflanzengesellschaften lässt sich jedoch oft schwer bestimmen, in welche Formation sie gestellt werden sollen. Der Übersichtlichkeit halber habe ich sie alle in einer Gruppe, den »Schneebodengesellschaften», vereinigt, welche als Anhang den durch Schnee beeinflussten Grasheiden angefügt wurde.

Für die Bezeichnung der Assoziationen legte ich die Formation (bzw. Subformation) zugrunde, zu welcher sie gehören. Sie nur nach der oder den dominierenden Arten unter Zusatz des Suffixes Assoziation zu benennen, wäre vielleicht konsequenter, aber es kann nicht vermieden werden, dass die Namen dann unförmlich lang werden. Gewöhnlich habe ich sie nach der oder den dominierenden Arten benannt unter Zusatz des Suffixes Heide, Wiese usw., je nach der Formation, der sie angehören. Bisweilen kommt es jedoch vor, dass in einer Assoziation eine andere Art dominiert als dies in der typischen Assoziation der Fall ist; es entsteht also eine Variante der Assoziation. So kann z. B. *Vaccinium vitis idaea* reichlich im *Empetrum*-reichen Moosbirkenwald auftreten; diese Pflanzengesellschaft wird dann als *Vaccinium vitis idaea*-reiche Variante des *Empetrum*-reichen Moosbirkenwaldes bezeichnet und nicht *Vaccinium vitis idaea*-reicher Moosbirkenwald, dies, um die Zusammengehörigkeit der Variante mit der typischen Assoziation zu betonen. — Gewisse Pflanzengesellschaften, die nur zusammen mit dem Auftreten von *Dryas octopetala* vorkommen, habe ich nach dieser Art benannt, ungeachtet ob *Dryas* selbst in der Assoziation vertreten ist. Das Vorkommen von *Dryas* in grösseren Mengen steht nämlich immer mit dem reichlichen Auftreten einer Reihe von anderen Arten in Zusammenhang und jeden Vegetationstypus, z. B. innerhalb der Wiesen in *Dryas*-reichen Gegenden nach der dominierenden Art zu unterscheiden und zu benennen, würde zur Aufstellung einer Menge verschiedener »Assoziationen» führen, was zweifelsohne unrichtig wäre. Es ist ja ganz natürlich, dass die Variationen innerhalb einer Pflanzengesellschaft

[1] In dieser Arbeit werden sie mit den Ziffern 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnet.

mit vielen Arten grösser und zahlreicher sind als in einer mit wenigen Arten (Jaccard 1908; vergl. auch Palmgren 1917). Aus diesen Gründen habe ich die Wiesen innerhalb *Dryas*-reicher (= kalkreicher) Gegenden als *Dryas*-Wiesen, die Moore als *Dryas*-Moore usw. bezeichnet.

Im Nachstehenden werden nur solche Pflanzengesellschaften behandelt, in denen die Phanerogamen und Gefässkryptogamen eine Rolle spielen. Eine Ausnahme wurde jedoch für gewisse extreme Schneebodenassoziationen gemacht, welche anderen mit spärlicher Phanerogamenvegetation sehr nahe kommen. Die übrigen reinen Moosgesellschaften sowie Flechtengesellschaften habe ich nicht studiert, dies besonders deshalb, weil Untersuchungen über die Moos- und Flechtenvegetation im Sarekgebiete bereits von anderen Forschern (Arnell u. Jensen 1910, Nilsson[-Cajanus] 1907) veröffentlicht wurden. — Die Mehrzahl der hier beschriebenen Pflanzengesellschaften sind schon von anderen Verfassern aus verschiedenen Teilen Fennoskandias mitgeteilt worden. Einige werden jedoch zum ersten Male beschrieben, besonders Wiesen- und Schneebodengesellschaften, welche im Sarekgebiete infolge seines Schneereichtums eine grossartige Ausbreitung haben.

Es mag vielleicht scheinen, als sei die nachstehende Schilderung der Pflanzengesellschaften dieses Gebietes viel zu ausführlich. Ohne Zweifel hätten die Beschreibungen durch einfache Angaben der wichtigsten Züge in der Artzusammensetzung und Physiognomie der Assoziationen bedeutend gekürzt werden können. Aber da, wie ich in der Einleitung erwähnte, meine Erfahrung aus verschiedenen skandinavischen Gebirgsgegenden recht umfangreich ist und die hier gemachte Begrenzung der Assoziationen sicher mit der der meisten anderen Forscher, welche sich mit Gebirgsvegetation beschäftigt haben, übereinstimmt, habe ich in Fällen, wo es mir wichtig erschien, die Stellung anderer Verfasser zu diesen Fragen aufgenommen und diskutiert. Ausserdem dürfte es wenige Gebirgsgegenden in Skandinavien geben, wo so viele Assoziationen vertreten und gleichzeitig wohl ausgebildet sind, wie in dem Gebiete, in dem ich meine Untersuchungen angestellt habe.

Der Anschaulichkeit halber gebe ich nachstehend eine Übersicht der in dem Untersuchungsgebiete vorkommenden Formationen.

I. Birkenwälder.
   A. Heidebirkenwälder.
   B. Wiesenbirkenwälder.
   C. Moorbirkenwälder.

II. Gebüsche.
   A. Heidegebüsche.
   B. Wiesengebüsche.
   C. Moorgebüsche.

III. Feldschichtgesellschaften.
  A. Wiesen.
  B. Zwergstrauchheiden.
  C. Grasheiden.
  D. Grasmoore.
  E. Zwergstrauchmoore.
IV. Wasserpflanzengesellschaften.

I. Birkenwälder.

Die einzigen in dieser Gegend vorkommenden Wälder sind Birkenwälder. Der in der *regio subalpina* liegende Teil des Untersuchungsgebietes beträgt nur ungefähr 5 % desselben oder annähernd 200 qkm. Nicht die ganze *regio subalpina* besteht aus Birkenwald, sondern grosse Teile sind Heide, Wiesen und Moore. Der waldbewachsene Teil des unterhalb der Birkenwaldgrenze liegenden Gebietes beträgt nur ungefähr $^3/_4$ desselben. Diese Ziffer muss als ziemlich hoch angesehen werden, denn in vielen anderen Gebirgsgegenden dürfte kaum mehr als die halbe *regio subalpina* mit Wald bedeckt sein.

Im Sarekgebiet ist der Birkenwald auf den Rapadalen, die Sitojauregegend, den östlichen Teil des Sarvesvagge, die Pårekgegend und den Njåtsosvagge beschränkt. Ausserdem kommt am Ostufer des Virihaure isolierter Birkenwald bis zu 80 m vertikaler Mächtigkeit vor und hie und da Birkenhaine an den östlichen Partien dieses Sees und des Vastenjaure. Die topographische Karte (Blatt 13 »Stora Sjöfallet» und 12 »Sulitelma») ist hinsichtlich der Ausdehnung des Birkenwaldes irreführend. So erstreckt sich der Wald z. B. im Njåtsosvagge nahezu eine Meile weiter nach Westen als die Karte angibt; am Virihaure und Vastenjaure dagegen sind Gebiete als waldbewachsen bezeichnet, welche in der *regio alpina* liegen (vgl. die Vegetationskarte Taf. 11).

In dem von Brockmann-Jerosch und Rübel (1912) zur Einteilung der Pflanzengesellschaften der Erde gemachten Vorschlag werden Wälder als Pflanzengesellschaften bezeichnet, in denen die Bäume dominieren und so den unteren Schichten andere Bedingungen geben, als wenn diese selbst vorherrschen würden. Deshalb hat Samuelsson (1917), gewissermassen gestützt auf Vahl (1913), behaupten wollen, dass die Birkenwälder in den Gebirgsgegenden keine Wälder in diesem Sinne seien. Er spricht deshalb von mit Birken bewachsenen Heiden und in Analogie damit von Wiesen mit Weidengebüsch usw. Einen Beweis dafür, dass der Baum-, bzw. Strauchschicht kein Einfluss auf die Untervegetation zuzuschreiben sei, bringt Samuelsson nicht. Dies ist um so eigentümlicher, als er in bezug auf die lichtesten subalpinen Wälder, nämlich die Flechtenbirkenwälder, bewiesen zu

haben glaubt, dass die Birken tatsächlich die Verteilung der Untervegetation beeinflussen. Eine moosreiche *Vaccinium myrtillus*-Heide in der *regio alpina* nur aus dem Grunde, weil der ökologische Faktor, die Birken nämlich, keine Rolle spiele, zur selben Gesellschaft zu rechnen wie einen *Vaccinium myrtillus*-reichen Moosbirkenwald, ist meines Erachtens vollkommen fehlerhaft, zumal die Bedeutungslosigkeit der Birkenvegatation für die Zusammensetzung der unteren Schichten unbewiesen ist. Im übrigen müssen die Pflanzengesellschaften nach physiognomischen Gründen unterschieden werden und das Vorkommen oder Fehlen von Baumvegetation ist bei einer Pflanzengesellschaft als einer der charakteristischsten Züge anzusehen.

Die ökologische Bedeutung des Vorkommens einer Waldschicht für die Untervegetation ist wahrscheinlich nicht gering, selbst in den lichteren Birkenwäldern. Sowohl der Lichtzutritt, die Feuchtigkeitsverhältnisse als auch der durch das jährlich abfallende Birkenlaub gebildete Rohhumus tragen dazu bei, für die Untervegetation andere Lebensverhältnisse zu schaffen, als wenn keine Birken vorhanden wären. Sieht man von der Bedeutung des Baumes in den Fällen ab, wo diese nicht besonders prägnant zum Ausdruck kommt, wie in den dichten Fichten- und Buchenwäldern, so würden verschiedene unserer schwedischen Wälder wegfallen, vor allem der Kiefernwald. Und was damit gewonnen wäre, z. B. einen Flechtenkiefernwald in Südschweden mit einer flechtenreichen Zwergstrauchheide im Gebirge zur selben Gesellschaft zu rechnen, ist schwer verständlich.

Die in diesem Gebiete vorkommenden Birkenwaldtypen lassen sich auf drei Gruppen verteilen, je nachdem Heide-, Wiesen- oder Moorpflanzen in der Feld- oder Bodenschicht vorherrschen.

A. Heidebirkenwälder.

Hierzu sind solche Birkenwälder zu rechnen, wo in der Feldschicht Zwergsträucher dominieren wie *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *Betula nana*, *Bryanthus coeruleus*, *Vaccinium vitis idaea*. Ausserdem kommen in diesen verschiedene Gräser oder grasähnliche Pflanzen vor, besonders *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*, *Carex rigida*, *Luzula pilosa* sowie einige Kräuter, *Pedicularis lapponica*, *Cornus suecica*, *Solidago virgaurea*. Oft kann auch *Juniperus communis* in recht hoher Frequenz vorkommen.

Der grösste Teil der Birkenwälder in diesem Gebiete — ebenso wie wahrscheinlich überhaupt in den schwedischen Gebirgsgegenden — gehört zur Heideserie. Mehr als die Hälfte aller Wälder gehört hierzu. Nach dem System von A. Nilsson (1902) kann man unter den Heidebirkenwäldern zwei Haupttypen unterscheiden, nämlich einen flechtenreichen und einen moosreichen, je nachdem Flechten oder Moose in der Bodenschicht dominieren.

Die flechtenreichen Birkenwälder spielen in diesem Gebiete eine ziemlich unbedeutende Rolle. Aus anderen Gegenden der schwedischen Gebirge, wo sie in grosser Ausdehnung vorkommen, wurden solche vor allem von Th. C. E. Fries (1913) beschrieben, welcher nicht weniger als 7 verschiedene zu dieser Gruppe gehörende Typen aufzählt. In dem von ihm geschilderten Gebiete, der nördlichen Torne Lappmark, spielen Flechtenbirkenwälder eine hervorragende Rolle; dasselbe ist auch deutlich in Dalarne der Fall, wie aus der Arbeit von Samuelsson (1917) hervorgeht. Es ist also zwischen den Birkenwäldern in diesen zwei Gegenden und in dem hier behandelten Gebiete ein wesentlicher Unterschied. Die Ursache hierfür ist in der Zusammensetzung des Berggrundes und in den Niederschlagsverhältnissen zu suchen. Sowohl im nördlichsten Lappland als auch im Dalagebirge spielen kalkarme Gesteine in der Zusammensetzung des Berggrundes die grösste Rolle. In der Hochgebirgsgegend der Lule Lappmark dagegen herrschen mehr oder weniger kalkreiche Gesteine vor. Es ist ja eine bekannte Tatsache dass die kalkarmen Gesteine die Entstehung von Flechten begünstigen, während diese in kalkreichen Gegenden mehr spärlich und schlechter ausgebildet vorkommen. Ebenso dürfte die grössere Niederschlagsmenge im Gebirge der Lule Lappmark dazu beitragen, dass die gegen langanhaltende Schneebedeckung ziemlich empfindlichen Flechten dort in der Minderheit sind. Da die flechtenreichen Birkenwälder schon eingehend beschrieben sind, erachte ich es als unnötig, von diesen irgendwelche Beschreibungen mitzuteilen; ich begnüge mich damit, auf die Arbeit von Th. C. E. Fries zu verweisen. Von den von ihm aufgestellten Typen habe ich in meinem Untersuchungsgebiete den *Empetrum*-reichen, den *Vaccinium myrtillus*-reichen und den *Carex rigida*-reichen Flechtenbirkenwald aufgezeichnet. Besonders in der Gegend von Pärek mit ihrer grossartigen Moränenlandschaft kommen die zwei erstgenannten Typen da und dort auf den Moränenhügeln vor. Auf stark exponierten Plätzen im Rapadalen sind auch kleinere Flecken von Flechtenbirkenwald anzutreffen. Den *Carex rigida*-reichen Flechtenbirkenwald habe ich nur im oberen Teile des Birkenwaldes auf der Nordseite des Tåresåive gegen den Sitojaure gesehen. Dieser Birkenwaldtypus ist deshalb interessant, weil die Untervegetation stark an gewisse Grasheiden erinnert. Deren Entstehungsbedingungen sind auch gewissermassen denen jener ähnlich, vor allem in der ziemlich langdauernde Schneebedeckung.

Unter den moosreichen Birkenwäldern habe ich drei Gesellschaften unterschieden, den *Vaccinium myrtillus*-reichen, den *Empetrum*-reichen und den *Betula nana*-reichen Moosbirkenwald. Diese zeichnen sich durch ihren Reichtum an Moosen in der Bodenschicht aus. Nach der für die moosreiche Abteilung der Heideserie von A. Nilsson gegebenen Definition sollen unter den Moosen *Hylocomia* dominieren. Dies ist wenigstens in den Birkenwäldern im Gebirge gewöhnlich nicht der Fall, sondern der grösste Teil der Moose

besteht aus *Dicranum*-Arten und oft aus *Jungermannia lycopodioides* [vergl. Sylvén (1904)]. Bisweilen kann es sogar vorkommen, dass, besonders im *Vaccinium myrtillus*-reichen Moosbirkenwalde, Moose nahezu fehlen. Dass solche *Vaccinium myrtillus*-reiche Birkenwälder zu den moosreichen gehören, zeigt jedoch sofort die Physiognomie. Die moosreichen Birkenwälder sind deshalb vielleicht besser durch das Fehlen oder durch ihre Armut an Flechten charakterisiert.

1. Vaccinium myrtillus-reicher Moosbirkenwald.

Der heidelbeerreiche Moosbirkenwald bildet den weitaus grössten Teil der Heidewälder und bedeckt grössere Areale der *regio subalpina* als irgend

Fig. 22. *Vaccinium myrtillus*-reicher Moosbirkenwald zwischen dem Puoutavaratj und dem Rittok. Verf. phot. 11. Juli 1915.

ein anderer Birkenwaldtypus. In der Pårekgegend und im Njåtsosvagge dominiert er vollständig; im Rapadalen und Sarvesvagge sind grosse Flächen von demselben bedeckt. Auch bedeutende Teile des Birkenwaldes am Virihaure gehören zu diesem Typus.

Wo der heidelbeerreiche Moosbirkenwald typisch ausgebildet ist, dominiert *Vaccinium myrtillus* vollständig in der Feldschicht (Fig. 22). Im allgemeinen sind nur wenige andere Arten in der Assoziation vorhanden. Charakteristisch sind vor allem *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum nigrum*, *Linnæa borealis*, *Cornus suecica*. In der Bodenschicht können, wie gesagt, Moose nahezu fehlen, aber oft ist diese wohl ausgebildet und enthält Arten der Gattungen *Dicranum*, *Hylocomium*, *Jungermannia*.

Übergänge zu *Empetrum*-reichem Moosbirkenwald sind gewöhnlich. Dies pflegt besonders in magereren und trockeneren Gegenden oft der Fall zu sein. Eine in diesem Mischtypus oft vorkommende Art ist *Populus tremula*. In dem von mir untersuchten Gebiete kommt diese nur in Strauchform vor und geht als solche sogar über die Waldgrenze hinaus. Im Birkenwald ist ihr Vorkommen gerade in solchen heidelbeerreichen Moosbirkenwäldern typisch, wo *Empetrum nigrum* in mässiger Frequenz auftritt.

Von *Vaccinium myrtillus*-reichem Moosbirkenwald können verschiedene Varianten unterschieden werden. Sie kommen meist in an Wiesenbirkenwäldern reichen Gegenden vor. Die Arten, welche im Heidelbeerbirkenwald u. a. dominieren können, sind folgende: *Vaccinium uliginosum*, *Melampyrum*

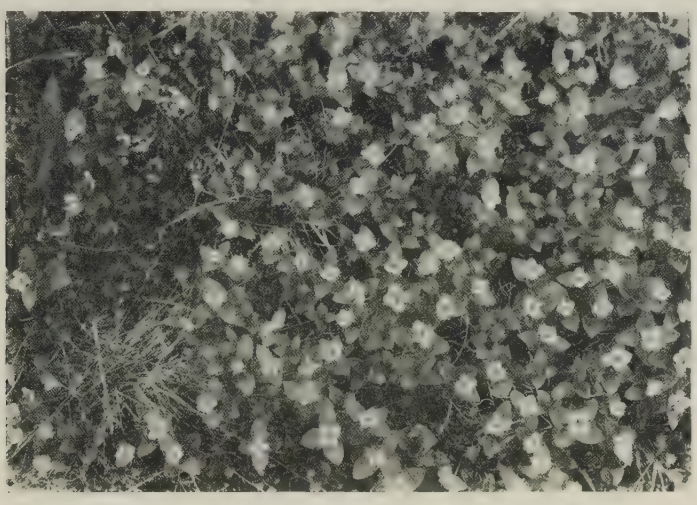


Fig. 23. *Cornus suecia* im *Vaccinium myrtillus*-reichen Moosbirkenwald. Nordböschung des Pelloreppe. Verf. phot. 16. Juli 1916.

silvaticum und *pratense*, *Dryopteris Linneana*, *Juniperus* und *Cornus suecica* (Fig. 23). Besonders die letztgenannte Art trägt während ihrer Blütezeit dazu bei, diesem Birkenwaldtypus ein eigenartiges Aussehen zu verleihen.

Der heidelbeerreiche Moosbirkenwald kommt auf schwach—mässig abfallenden Standorten vor, wo die Feuchtigkeit nicht allzu unbedeutend ist. Ein ziemlich kräftiges Humuslager ist immer, gewöhnlich 5—10 cm dick, vorhanden. Während des Winters erfordert er einen guten Schneeschutz und schmilzt im Frühjahr wenigstens eine Woche später als der *Empetrum* reiche Moosbirkenwald hervor. Beim Schmelzen des Schnees besonders in den magereren heidelbeerreichen Birkenwäldern ist es charakteristisch, dass zuerst ein Ring um die Birkenstämme schneefrei wird. Die Vegetation in diesem besteht aus *Empetrum* und *Vaccinium vitis idæa*. Ebenso kommen hier und

da kleine Erhöhungen zum Vorschein, gewöhnlich Reste von toten Birken, die mit den genannten Arten bewachsen sind. Diese Flecken fasse ich als Edaphide in SERNANDERS Sinne (1908) auf. Die Birken im Heidelbeerbirkenwald sind, wenn dieser typisch ausgebildet ist, im allgemeinen einstämmig und ziemlich hoch. Doch werden sie niemals so gross und gerade wie in den Wiesenbirkenwäldern. In den magereren Typen, wo *Empetrum* in mehr oder weniger grosser Häufigkeit vorkommt, ist die Birke niedriger, sehr oft mehrstämmig und gekrümmt sowie mit zahlreichen Wurzeltrieben versehen.

2. Empetrum nigrum-reicher Moosbirkenwald.

Der *Empetrum*-reiche Moosbirkenwald ist seiner Physiognomie und Zusammensetzung nach noch dürftiger als der Heidelbeerbirkenwald. Da er in dem verhältnismässig schneereichen Hochgebirgsgebiete auf Hügeln und anderen exponierten Plätzen seinen typischen Standort hat, ist es klar, dass keine grösseren Flächen von ihm eingenommen werden können. Er kommt immer im Verein mit Heidelbeerbirkenwald vor, wo das Terrain schwach kupiert ist. Insbesondere in der Nähe der Waldgrenze, wo der Wald lichter wird, fehlt selten *Empetrum*-reicher Moosbirkenwald. Das gesamte Areal dieses Waldtypus lässt sich schwer angeben, aber mehr als 6—7 % des ganzen waldbewachsenen Teiles der *regio subalpina* dürfte er nicht einnehmen. — Die Arten, welche ausser *Empetrum* in der Feldschicht vorzukommen pflegen, sind *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis idæa*, *Arctostaphylos alpina*, *A. uva ursi*, *Bryanthus coeruleus* und *Festuca ovina*. In der Bodenschicht dominieren *Dicranum*-Arten. Flechten, besonders *Cladonia*-Arten, sind nahezu immer, doch nur in ziemlich geringer Frequenz vorhanden.

Der *Empetrum*-Birkenwald ist von den Moosbirkenwäldern der am meisten xerophile und kommt unter diesen auf den trockensten und meist exponierten Lokalen vor. Humus ist nahezu immer im Substrat vorhanden, aber nur in einem sehr dünnen Lager. Bei der Schneeschmelze wird dieser Birkenwaldtypus zuerst blossgelegt.[1] Während des Winters ist jedoch die Feldschicht durch Schnee geschützt. Nicht dass *Empetrum* vollständig vom Schneeschutz abhängig wäre, aber die Birke fordert diesen für ihr Dasein als Baum. Bisweilen können im *Empetrum*-Birkenwald Preisselbeere oder *Arctostaphylos*-Arten in grosser Häufigkeit vorkommen. Diese Varianten gehören der meist xerophilen Ausbildungsform desselben an, was sie durch ihr Vorkommen auf den meist exponierten Standorten beweisen. Auf etwas nahrungsreicheren und nicht ganz so trockenen Standorten pflegt oft *Bryanthus Empetrum* zu ersetzen, ohne dass die Zusammensetzung der Vegetation im

[1] Gewisse flechtenreiche Birkenwälder dürften jedoch noch früher schneefrei werden.

übrigen nennenswert verändert ist. Diese Variante kommt besonders hübsch ausgebildet im oberen Teil der Birkenregion der Pårekgegend vor.

Die Birke ist im *Empetrum*-reichen Birkenwald nur selten einstämmig, sondern wird gewöhnlich nur einige (3—6) m hoch und mehrstämmig mit stark gekrümmten Stämmen und Ästen. Wurzeltriebe an den Birken sind ein besonderes Kennzeichen und bilden nicht selten eine Strauchschicht in dem lichten Walde.

3. **Betula nana-reicher Moosbirkenwald.**

Wenn in der Birkenregion ein Heidewald an eine Moorgesellschaft angrenzt, wird dieser Übergang von einem Gürtel aus *Betula nana*-reichem Moosbirkenwald vermittelt. Nachstehendes Profil zeigt die Verteilung der

Fig. 24. Profil eines Moores am Litnokvaratj, 515 m ü. d. M.

a = *Vaccinium myrtillus*-reicher Moosbirkenwald; b = *Betula nana*-reicher Moosbirkenwald; c = Moorgebüsch mit *Salix lapponum*, *Betula nana*, *Rubus chamæmorus* u. a.; d = *Carex aquatilis*-Grasmoor. Länge des Profiles ca 150 m.

verschiedenen Pflanzenvereine bei einer solchen Gelegenheit. Eine bedeutende Rolle spielt der *Betula nana*-reiche Moosbirkenwald nicht; seine Mächtigkeit pflegt selten mehr als (einige) hundert Meter zu erreichen. Sein Aussehen und Vorkommen ist indes so eigenartig und die Bedingungen für seine Existenz so auffallend, dass ich nicht zögere, diesen bisher unbeschriebenen Birkenwaldtypus als eine eigene Assoziation aufzunehmen (Fig. 25).

Irgendwelche Zeichen für Versumpfung können nicht beobachtet werden und die Feuchtigkeit im Substrate, das ein kräftiges Humuslager besitzt, ist nicht grösser als im Heidelbeerbirkenwalde. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass das Vorhandensein säurearmen Wassers, verursacht durch die Lage dicht an den Moorgemeinschaften, bei der Entstehung der Gesellschaft eine

grosse Rolle spielt. Irgendwelchen Variationen scheint diese Assoziation nicht unterworfen zu sein, aber die $^1/_2$—1 m hohen *Betula nana*-Gebüsche geben diesem Birkenwaldtypus immer sein Sondergepräge.

Fig. 25. *Betula nana*-reicher Moosbirkenwald an Litnok.
Verf. phot. 8. Juli 1916.

B. Wiesenbirkenwälder.

Eine bei weitem grössere Variation hinsichtlich der Zusammensetzung der Feldschicht als die Heidebirkenwälder weisen die Wiesenbirkenwälder auf. Die Aufzählung der in diesen vorkommenden Arten würde ein Verzeichnis von nahezu allen in diesem Gebiete anzutreffenden mesophilen Pflanzen bilden und ich begnüge mich deshalb damit, einige der meist charakteristischen zu nennen. Unter den Kräutern findet man *Aconitum septentrionale*, *Geranium silvaticum*, *Mulgedium alpinum*, *Chamænerium angustifolium* (Fig. 26), *Trollius europæus*, *Angelica Archangelica*, *Cirsium heterophyllum*, *Solidago virgaurea*; unter den Gräsern: *Calamagrostis purpurea*, *Deschampsia cæspitosa*; ausserdem können verschiedene hochgewachsene Farne vorherrschen. Die Strauchschicht kann fehlen oder ebenso oft vorhanden sein (Fig. 27) und in dieser findet man *Salix nigricans*, *glauca*, *lanata*, *phylicifolia* sowie *Ribes rubrum* (coll.). In der Waldschicht kommen bisweilen *Sorbus aucuparia*, *Alnus incana* und *Prunus Padus* vor. Die Bodenschicht ist selten gut entwickelt, sondern ist gewöhnlich durch einzelne Moose, am öftesten *Astrophyllum*- oder *Hypnum*-Arten vertreten.

In dem von mir untersuchten Gebiete spielen Wiesenbirkenwälder eine

hervorragende Rolle. Im Rapadalen gehört ungefähr ein Drittel aller Waldtypen hierher und am Virihaure kann ein grosser Teil des Birkenwaldes als

Fig. 26. *Chamænerium angustifolium*-reicher Wiesenbirkenwald. In der Nähe des Rapaätno unterhalb des Rittok, 515 m ü. d. M. Verf. phot. 1. Aug. 1914.

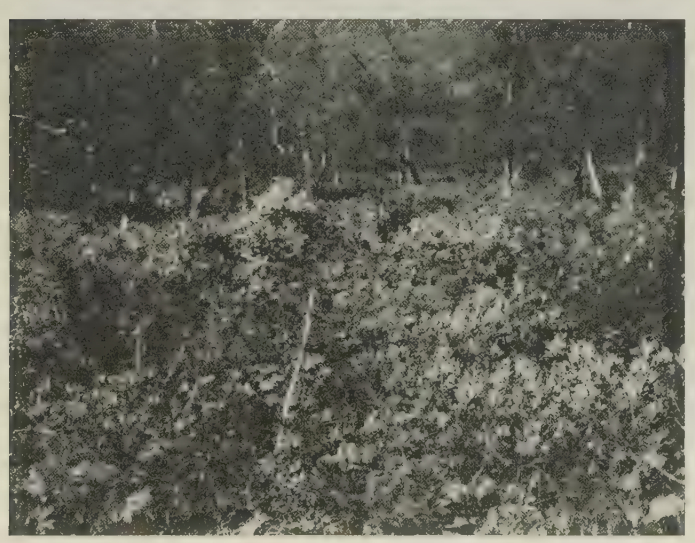


Fig. 27. Wiesenbirkenwald mit wohl ausgebildeter Strauchschicht. Stuorra Skårkas. Verf. phot. 7. Aug. 1917.

Wiesenbirkenwald bezeichnet werden. Auch in den übrigen Teilen dieses Gebietes, welche in der *regio subalpina* liegen, sind Wiesenbirkenwälder in ziemlich grosser Ausdehnung vorhanden. In der Tat muss ein Gebiet, wo

Wiesenbirkenwälder $^1/_3$ der ganzen Birkenwaldung ausmachen, als besonders reich an solchen bezeichnet werden. Infolge ihres Reichtums an Kräutern mit leuchtenden Blumen sowie ihrer wechselreichen Zusammensetzung überhaupt übertreibt man leicht das Areal, das sie einnehmen. Grosse Gebiete, auf denen Wiesenbirkenwälder einen grösseren Teil des Bodens als die *Vaccinium myrtillus*-reichen Wälder bedecken, existieren wahrscheinlich in den schwedischen Gebirgsgegenden nicht. Auch ein Gebiet, wo die Wiesenbirkenwälder 10—15 % der ganzen *regio subalpina* ausmachen, ist als reich an solchen zu betrachten. Eine okulare Schätzung ihrer Frequenz in einer solchen Gegend würde wahrscheinlich angeben, dass sie die Hälfte des ganzen Areals des Birkenwaldes einnehmen.

Fig. 28. *Aconitum septentrionale*-reicher Wiesenbirkenwald. Rapadalen. A. ROMAN phot. 1904.

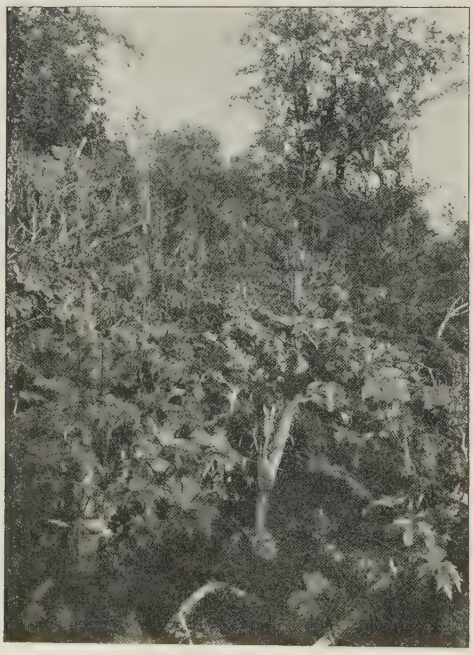


Fig. 29. Wiesenbirkenwald mit *Angelica Archangelica* und *Aconitum septentrionale*. A. ROMAN phot. 1904.

Die Bedingungen für die Entstehung von Wiesenbirkenwäldern sind u. a. Zugang an säurehaltigem Wasser und nahrungsreiches Substrat. Ein dickes

Humuslager ist nahezu immer ausgebildet und die Standorte sind längs der Ufer von Flussläufen oder auf ziemlich stark geneigtem Terrain gelegen. Auch am Fusse steiler Abhänge treten Wiesenbirkenwälder auf und da auf vollständig ebenem Boden. Wahrscheinlich liegt hier das Grundwasser nicht tief unter der Oberfläche. Eine andere Hauptbedingung für ihre Existenz ist ein guter Schneeschutz. Bei der Schneeschmelze werden die Wiesenbirkenwälder von allen Waldtypen zuletzt blossgelegt.

Die Birken in den Wiesenbirkenwäldern sind immer hoch, gerade und einstämmig. An steilen Hängen können doch die basalen Teile der Stämme gekrümmt sein, ein Umstand, der durch den Schneedruck verursacht wird.

Fig. 30. Kräuterreicher Wiesenbirkenwald ohne Strauchschicht. Litnok. Verf. phot. 10. Juli 1916.

Sie erreichen nicht selten eine Höhe von 12—15 m. Wurzeltriebe kommen nicht vor, die Verjüngung der Birke geschieht hier vielmehr, zum Unterschied von der in den Heidebirkenwäldern, durch Samen.

Je nachdem Kräuter, Gräser oder Farne in der Feldschicht dominieren, kann man unter den Wiesenbirkenwäldern drei Gruppen unterscheiden. Folgende Einteilung scheint mir die natürlichste und praktischste.

A. Wiesenbirkenwälder mit überwiegenden Kräutern.
   1. Mit Hochstauden.
   2. Mit *Solidago virgaurea*.

B. Wiesenbirkenwälder mit überwiegenden Gräsern.

C. Wiesenbirkenwälder mit überwiegenden Farnen.

1. Hochstaudenbirkenwälder.

Durch ihr üppiges Aussehen geben vor allem diese Birkenwälder der *regio subalpina*, wo sie in grösserer Menge vorkommen, ihr Gepräge. In dem hier behandelten Gebiete, wie übrigens in dem grössten Teile der Gebirgsgegenden Schwedens, ist *Aconitum septentrionale* die Art, welche durch ihre Grösse und ihr reichliches Vorkommen am meisten auffällt. In dem von Th. C. E. Fries (1913) untersuchten Gebiete, ebenso übrigens in der ganzen Torne Lappmark, fehlt diese und *Geranium silvaticum* (Fig. 31) und *Trollius europæus* sowie das nur im nördlichsten Schweden vorkommende *Polemonium*

Fig. 31. *Geranium silvaticum*-reicher Hochstaudenbirkenwald. Stuorra Skårkas. Verf. phot. 18. Juli 1916.

campanulatum bilden die Arten, welche in den Hochstaudenbirkenwäldern dominieren.

In dieser Gesellschaft ist es oft der Fall, dass bald das eine, bald das andere hochwüchsige Kraut vorherrscht. Man kann deshalb, wenn man will, verschiedene Varianten unterscheiden. Die am meisten vorkommenden sind die *Aconitum*-, *Mulgedium*-, *Geranium*- und *Chamænerium angustifolium*-reichen Varianten. Die beiden erstgenannten treten gewöhnlich an den am besten bewässerten Standorten, die übrigen an etwas trockneren auf.

Eine Variante, die von besonderem Interesse ist, da sie Anknüpfungspunkte zu den Moorbirkenwäldern aufweist, ist die *Cirsium heterophyllum*-reiche (vergl. Th. C. E. Fries 1913) (Fig. 32.). Die Feuchtigkeit in dieser ist bedeutend grösser als in den übrigen Hochstaudenbirkenwäldern.

Gewöhnlich ist der Birkenbestand in diesen Wiesenbirkenwäldern dicht und die Frequenz der Birke nach dem System von Hult reichlich. — Besonders in den mit einer reichlichen Strauchschicht versehenen Waldtypen können die Bäume dennoch ziemlich licht stehen.

Die Hochstaudenbirkenwälder bilden die Hauptmasse der Wiesenbirkenwälder; das gesamte Areal aller übrigen beträgt nicht mehr als ungefähr $^1/_{10}$ dieser.

2. Solidago virgaurea-reicher Wiesenbirkenwald.

Nicht nur in bezug auf das Fehlen von Hochstauden in der Feldschicht, sondern auch in anderer Hinsicht nimmt der *Solidago virgaurea*-reiche Birken-

Fig. 32. *Cirsium heterophyllum*-reicher Hochstaudenbirkenwald. Litnok unterhalb des Vaikantjåkko, 515 m ü. d. M. Verf. phot. 31. Juli 1914.

wald unter den kräuterreichen Wiesenbirkenwäldern eine Sonderstellung ein. Er bildet sozusagen ein Verbindungsglied zwischen den Heidebirkenwäldern einerseits und den Hochstaudenbirkenwäldern andererseits. Arten, welche diese beiden Gruppen kennzeichnen, sind nämlich auch im *Solidago*-Birkenwald reichlich vorhanden. Die wichtigsten Konstituenten in der Assoziation sind ausser *Solidago Deschampsia flexuosa* und *Vaccinium myrtillus*. Ausserdem sind hier eine Reihe Kräuter, wie *Chamænerium angustifolium*, *Geranum silvaticum* zu finden, welche zum grössten Teil, ähnlich wie *Solidago* selbst, steril sind. Nicht selten kann *Juniperus communis* gebüschbildend auftreten (Fig. 33). Die Bodenschicht ist immer gut entwickelt und besteht hauptsächlich aus Moosen, die den Gattungen *Dicranum*, *Polytrichum*

und *Jungermannia* angehören; auch Flechten kommen vor, besonders *Peltigera*-Arten und Becher-*Cladonien*.

Besonders auf der Talsohle des Sarvesvagge sowie in der Pårekgegend gibt es schön ausgebildete *Solidago*-reiche Birkenwälder. Aber auch im Rapadalen treten sie hier und da besonders im unteren Teile in der Nachbarschaft des Flusses auf.

Der Standort dieser Assoziation ist ebener Boden und in bezug auf Substrat und Wasserzugang hat sie ungefähr dieselben Forderungen wie der heidelbeerreiche Moosbirkenwald, dem sie übrigens ziemlich nahe steht.

Fig. 34. *Solidago virgaurea*-reicher Wiesenbirkenwald mit *Juniperus communis* dominierend in der Strauchschicht. Litnok, 520 m ü. d. M. Verf. phot. 8. Juli 1916.

Einen etwas länger dauernden Schneeschutz als dieser scheint sie jedenfalls zu fordern.

Der Waldbestand ist im allgemeinen ziemlich licht, ungefähr wie im *Vaccinium myrtillus*-reichen Moosbirkenwald. Die Bäume sind jedoch höher und mehr gerade ohne aber die Grösse, wie sie für die Hochstaudenbirkenwälder charakteristisch ist, zu erreichen.

3. Grasreiche Wiesenbirkenwälder.

Die grasreichen Wiesenbirkenwälder spielen in der Zusammensetzung des Birkenwaldes eine sehr geringe Rolle. Die Arten, welche vorherrschen können, sind *Calamagrostis purpurea*, *Brachypodium caninum* und *Deschampsia caespitosa*. Im Gebiete gibt es keine wohl ausgebildeten Birkenwälder,

in denen die letztgenannten Arten dominieren. Ansätze zu diesem Birkenwaldtypus, der übrigens als eigene Assoziation aufgenommen werden sollte, habe ich an einzelnen Stellen im Rapadalen und am Virihaure angetroffen. Der *Deschampsia caespitosa*-reiche Wald ist nämlich ein westlicher Typus und kommt am besten ausgebildet in den norwegischen Gebirgstälern vor. Er erfordert eine langdauernde Schneedecke und guten Wasserzutritt.

Birkenwald mit *Brachypodium caninum* gibt es nur an einigen Stellen an den Abhängen des Stuorra Skårkas im Rapadalen. Sowohl dieser als auch der *Calamagrostis purpurea*-reiche Birkenwald gehören zu den mehr trockenen

Fig. 34. Farnreicher Wiesenbirkenwald mit dominierender *Dryopteris Filix mas*. Nordböschung des Vaikantjåkko. Verf. phot. 10. Juli 1916.

Wiesenbirkenwäldern. Der letztgenannte tritt nicht selten zusammen mit kräuterreichen Hochstaudenwiesenbirkenwäldern auf steinigen und weniger nahrungsreichen Standorten auf. Jener scheint jedoch nicht so starken Schneeschutz wie diese zu fordern. Der Unterschied zwischen dem *Calamagrostis*-Birkenwald und gewissen Hochstaudenbirkenwäldern, besonders dem *Chamænerium angustifolium*-reichen, ist nicht gross, aber in seiner schönsten Ausbildungsform dominiert *Calamagrostis purpurea* vollständig über die in der Assoziation vorhandenen Kräuter.

4. Farnreiche Birkenwälder.

Im Gebiete kommen vier grössere Farne vor, welche entweder gemeinsam oder jeder für sich bestandbildend im Birkenwald auftreten. Diese sind

Dryopteris Filix mas (Fig. 34), *D. spinulosa*, *Struthiopteris germanica* und *Athyrium Filix femina*. Von diesen sind die zwei erstgenannten am häufigsten.

Nur kleine Flächen der *regio subalpina* sind von farnreichen Birkenwäldern bedeckt. Ihr gesamtes Areal beträgt noch nicht 1 % des ganzen Birkenwaldes.

Ausser den erwähnten Farnen gehören zu dieser Assoziation eine Reihe Kräuter, wie *Aconitum*, *Geranium* sowie oft *Viola biflora* und *Stellaria nemorum*. Der Wald ist dicht und hochgewachsen und eine Strauchschicht aus *Salices* ist ausgebildet. Die Bodenschicht ist schwach entwickelt und fehlt gewöhnlich. Der farnreiche Birkenwald steht in vieler Beziehung den Hochstaudenbirkenwäldern nahe. Sein Erfordernis an Feuchtigkeit und an nahrungsreichem Substrat ist jedoch grösser als bei diesen. Ein langdauernder Schneeschutz ist ebenfalls eine seiner Existenzbedingungen.

Farnreiche Birkenwälder kommen nur in den östlichen Teilen des Rapadalen sowie an einzelnen Stellen in der Virihauregegend vor. Diese Gebiete sind sehr reich an Wiesenbirkenwäldern und nur in solchen treten farnreiche Birkenwälder auf. In den schwedischen Gebirgsgegenden dürfte der Typus übrigens sehr selten sein. Dagegen kommt er bedeutend häufiger in den niederschlagsreichen und üppigeren Tälern in Norwegen vor.

C. Moorbirkenwälder.

Die zu den Moorbirkenwäldern gehörenden Pflanzengesellschaften nehmen die feuchtesten Standorte in dem waldbewachsenen Teile der *regio subalpina* ein. An sehr feuchten oder lange schneebedeckten Standorten werden sie oft durch Moorgebüsche und andere Moore ersetzt.

In dem Untersuchungsgebiete sind die Moorbirkenwälder ziemlich reichlich vertreten und treten oft im Verein mit den Hochstaudenbirkenwäldern auf. Von dem ganzen waldbedeckten Teile der *regio subalpina* dürften sie ungefähr 5 % ausmachen. Sie sind ziemlich gleichmässig über das Gebiet verteilt, am schönsten vielleicht jedoch im Rapadalen und am Virihaure. Sie nehmen selten grössere Flächen ein, sondern ziehen als schmale Bänder längs der Bäche oder um kleinere Seen herum usw.

Charakteristische Kommensalen im Moorbirkenwald sind *Carex aquatilis*, *rostrata*, *juncea*, *Equisetum palustre*, *arvense*, *pratense* und *silvaticum* sowie Kräuter wie *Comarum palustre*, *Geum rivale*, *Filipendula ulmaria*, *Caltha palustris*. *Alnus incana* kommt nicht selten unter die Birken gemischt vor; in der Strauchschicht, welche sehr oft entwickelt ist, findet man *Salix phylicifolia*, *nigricans* und *glauca*. Die im allgemeinen deckende Bodenschicht besteht hauptsächlich aus *Astrophyllum*-Arten, *Marchantia*; seltener treten *Amblystegia* auf.

Die Einteilung der zu den Moorbirkenwäldern gehörigen Pflanzengesellschaften stösst auf grosse Schwierigkeiten. Bald kann die eine oder die andere *Carex*-Art dominieren, bald treten hauptsächlich Kräuter in der Feldschicht auf. Zwei Typen sind jedoch so gut charakterisiert, sowohl ihrem Aussehen als auch ihrem Vorkommen nach, dass ich nicht zögere, sie als eigene Assoziationen zu unterscheiden. Es sind dies die *Equisetum silvaticum*-reichen und die *Equisetum arvense*-reichen Birkenwälder. Die übrigen verteile ich auf zwei Assoziationen, je nachdem *Carices* oder Kräuter in der Feldschicht vorherrschen.

Fig. 35. *Alchemilla glomerulans* im kräuterreichen Moorbirkenwald. Stuorra Skårkas. Verf. phot. 18. Juli 1916.

1. Carex-reicher Moorbirkenwald.

Dieser bildet die Hauptmasse aller Moorbirkenwälder und kommt sowohl in den oberen als auch unteren Teilen der *regio subalpina* vor.

Die häufigste *Carex*-Art in dieser Assoziation wie auch in den Mooren überhaupt ist *C. aquatilis*. Es ist jedoch selten, dass in der Feldschicht eine Art über die andere dominiert, sondern es wachsen gewöhnlich mehrere *Carex*-arten mit einander vermischt. Charakteristisch sind *C. rostrata*, *C. juncea*, *C. brunnescens;* ausserdem sind *Equisetum palustre* und *Juncus filiformis* hier anzutreffen.

Der Baumbestand ist ziemlich licht, aber die Birken nicht selten sehr hochgewachsen, doch nicht mit denen in den Hochstaudenbirkenwäldern vergleichbar. Die Strauchschicht ist sehr reichlich ausgebildet und erreicht

bis 3 m Höhe. Bisweilen fehlt sie und die Feldschicht ist dann besonders kräftig und dicht.

2. Kräuterreicher Moorbirkenwald.

Der kräuterreiche Moorbirkenwald steht den Wiesenbirkenwäldern sehr nahe und unterscheidet sich von ihnen betreffs der Ökologie hauptsächlich durch reichlichere Wasserzufuhr. Besonders in den Typen, wo *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale* oder *Alchemilla glomerulans* (Fig. 35) häufig auftreten, ist die Übereinstimmung mit ihnen auffallend. Die Bodenschicht ist jedoch wohl ausgebildet und besteht am meisten aus *Astrophyllum*-Arten. Die Arten-

Fig. 36. *Equisetum silvaticum*-reicher Moorbirkenwald. Stuorra Skårkas. Verf. phot. 18. Juli 1916.

frequenz ist übrigens in hohem Grade wechselnd, was deutlich auf Beschattung und Nahrungszufuhr zurückgeht. In den feuchtesten Varianten, z. B. denen mit *Caltha palustris* und *Petasites frigidus*, treten *Carices* in bedeutender Menge auf und die Assoziation zeigt dadurch Übergänge zum *Carex*-reichen Moorbirkenwald.

3. Equisetum silvaticum-reicher Moorbirkenwald.

Eigentlich steht dieser Birkenwaldtypus den zwergstrauchreichen Mooren näher als den grasreichen. Sein Auftreten ist auch an die ersteren gebunden. Überall im Wiesenbirkenwald, wo Zwergstrauchmoore vorkommen, bildet der *Equisetum silvaticum*-reiche Birkenwald eine Übergangszone zwischen diesen. Säurearmes Wasser dürfte also eine seiner Existenzbedingungen sein. Cha-

rakteristisch ist auch das Vorkommen von *Sphagna* in der Bodenschicht (Fig. 36).

Der recht wasserreiche Standort hat eine Menge kleiner Hügel, auf welchen *Sphagnum*-Arten und *Polytrichum strictum* wachsen. Nicht selten treten auch auf diesen *Cornus suecica* auf. Der Birkenbestand ist relativ dicht, lichtet sich aber mehr nach dem Zwergstrauchmoor zu. Wahrscheinlich kann der *Equisetum silvaticum*-Birkenwald allmählich in Moor übergehen.

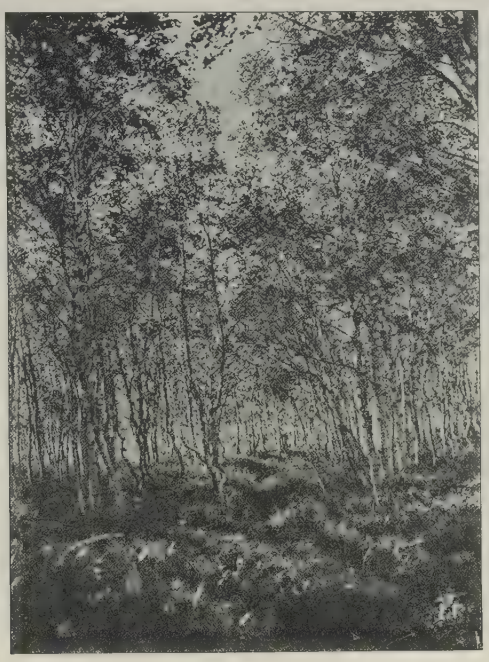


Fig. 37. *Equisetum arvense*-reicher Moorbirkenwald. In der Nähe des Rapaätno etwa 2 km W von Litnok. A. H—G phot. 2. Aug. 1918.

Infolge ihres Vorkommens nimmt diese Assoziation nur unbedeutende Flächen ein. Am schönsten ausgebildet habe ich sie im Rapadalen, bis nach dem Låddepakte hinauf, sowie am Virihaure gesehen.

4. **Equisetum arvense-reicher Moorbirkenwald.**

Dieser Birkenwaldtypus kommt im unteren Teile des Rapadalen im Rapaätnos Überschwemmungsgebiet vor. Der Standort besteht deshalb aus feinem Glazialsand mit nur unbedeutendem Humus. Im Delta im Laitaure tritt diese Gesellschaft am häufigsten auf und wird nicht höher als bis zu der Umgebung der Litnokhütte hinauf beobachtet. Die Gesellschaft zeichnet sich

durch das massenhafte Auftreten von *Equisetum arvense* aus, das hier über 50 cm hoch wird (Fig. 37). Die übrigen in diese Assoziation eingehenden Arten sind kaum von physiognomischer Bedeutung. Sowohl die Strauchschicht als auch die Bodenschicht sind schlecht ausgebildet und fehlen sehr oft. Die Birken dagegen stehen in der Regel sehr dicht. Die Feuchtigkeit im Substrat ist wenigstens während des späteren Teiles der Vegetationsperiode verhältnismässig gering und die Gesellschaft hat ihre Existenz den bei Hochwasserstand des Flusses wiederkehrenden Überschwemmungen zu verdanken.

Fig. 38. Weidengebüsch auf dem Kåtoktjåkko, ca 300 m über der Waldgrenze.
Verf. phot. 30. Aug. 1915.

5. Rubus chamaemorus-reicher Moorbirkenwald.

Diesen Moorbirkenwald habe ich nur ein einziges Mal in dem Gebiete angetroffen, nämlich im Rapadalen unterhalb des Vaikantjåkko. Er hatte ziemlich geringe Ausdehnung und in der Feldschicht dominierte *Rubus chamaemorus*; die Waldschicht war besonders schön ausgebildet, verhältnismässig dicht und mit geraden, hohen Bäumen.

II. Gebüsche.

Seine schönste Ausbildung erreicht das Gebüsch in der *regio subalpina* und auf dem nahe der Waldgrenze liegenden Gebiete des Kahlgebirges. Insbesondere im Deltaland des Rapaätno und um die grösseren Gewässer

nehmen die zum weitaus grössten Teile aus *Salix*-Arten gebildeten Gebüschgesellschaften bedeutende Flächen ein. Aber auch auf verhältnismässig schneereichen und gut bewässerten Gebirgen können kilometerlange Strecken mit nahezu undurchdringbarem Weidengebüsch bewachsen sein. Die Weiden erreichen nicht selten eine Höhe von 2—3 m. Es ist jedoch zu bemerken, dass Gebüschgesellschaften im Gebirge bisweilen fehlen. In anderen Fällen wiederum können sie recht hoch, bis 200—400 m über die Waldgrenze, hinaufgehen (Fig. 38).

Die gebüschbildenden Arten sind *Salix nigricans, phylicifolia, glauca, lapponum, lanata, myrsinites* und *arbuscula* sowie *Betula nana*. In den unteren Teilen des Birkenwaldgebietes kommt auch *Salix caprea*, doch nur vereinzelt, aber in grossen, baumähnlichen Individuen vor. In bezug auf die Ausbreitung der übrigen ist zu bemerken, dass *Salix nigricans* kaum über die Waldgrenze hinausgeht und *S. phylicifolia* dort entschieden seltener ist als in der *regio subalpina*. Am höchsten hinauf gehen *S. glauca* und *lanata*. Vollständig an kalkreiche Gebiete gebunden zu sein scheinen *Salix myrsinites* und *arbuscula*.

Die Einteilung der Gebüschgesellschaften ist folgende:

A. Heidegebüsche.
B. Wiesengebüsche.
C. Moorgebüsche.

A. Heidegebüsche.

Die hierhergehörenden Pflanzengesellschaften sind schon von Th. C. E. Fries (1913) aus der Torne Lappmark beschrieben worden, wo sie eine grossartige Ausbreitung haben. In dem hier behandelten Gebiete spielen sie nur auf begrenzten Flächen eine physiognomische Rolle. Sie kommen nämlich hauptsächlich auf Gebirgsebenen vor, wo die Schneedecke ziemlich frühzeitig abschmilzt. In einem Gebiete wie im Hochgebirge der Lule Lappmark, wo die Terrainformen so recht abwechslungsreich und die Hochebenen ausserordentlich schneereich sind, gibt es keine geeigneten Standorte von derselben Ausdehnung wie auf dem niedrig liegenden Plateau in den Gebirgsgegenden des nördlichsten Schwedens.

Je nachdem *Salices* oder *Betula nana* dominieren, kann man unter den Heidegebüschen zwei Gruppen unterscheiden. Diese können je nach der Häufigkeit von Flechten oder Moosen in der Bodenschicht noch in flechten- und moosreiche eingeteilt werden. Doch existieren kaum wirkliche moosreiche *Salix*-Heiden in diesem Gebiete, weshalb sich die Einteilung folgendermassen gestaltet:

1. Flechtenreiches *Salix*-Gebüsch.
2. Flechtenreiches *Betula nana*-Gebüsch.
3. Moosreiches *Betula nana*-Gebüsch.

1. Flechtenreiches Salix-Gebüsch.

Diese Assoziation nimmt nur sehr unbedeutende Flächen ein. Die Standorte derselben sind Überschwemmungsgebiete von Bächen sowie kleine Vertiefungen ohne Ablauf in der *regio subalpina*, wo die Feuchtigkeit nicht genügend gross ist, um die Entstehung von Mooren zu begünstigen.

Die wichtigste strauchbildende Art ist *Salix glauca*. Ausserdem kommen mehr oder weniger konstant *S. lapponum* und *lanata* vor. Oft sind eine ganze Reihe von Kräutern und Gräsern in der Feldschicht vorhanden. Das in der Bodenschicht reichliche Auftreten von *Stereocaulon* ist charakteristisch. Mit Ausnahme von *Cetraria hiascens*, das übrigens einer der häufigeren Kommensalen der Gesellschaft ist, dürfte keine Strauchflechte im Gebirge

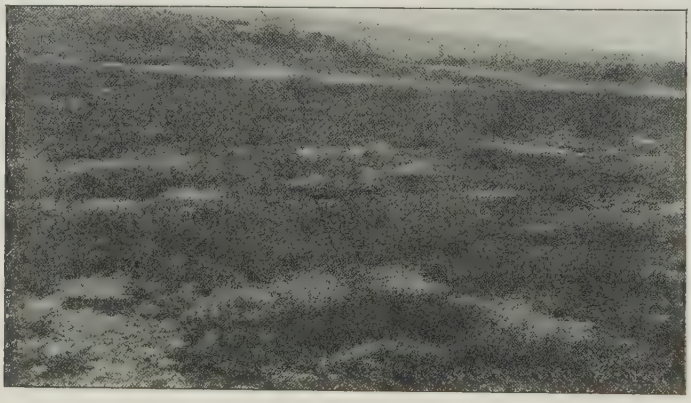


Fig. 39. Flechtenreiches *Betula nana*-Gebüsch. E von Pårek, 720 m ü. d. M. Verf. phot. 9. Juli 1914.

Submersion besser vertragen als die zu dieser Gattung gehörenden Arten. Sie kommen deshalb auch am reichlichsten in flechtenreichen Pflanzengesellschaften in Vertiefungen im Boden vor, während auf den Erhebungen zwischen diesen *Cladonia*- oder andere Flechtenarten wachsen.

2. Flechtenreiches Betula nana-Gebüsch.

Auf der westlichen Landzunge zwischen den Vastenjaure und Virihaure ebenso in der Pårekgegend sowohl ober- als auch unterhalb der Waldgrenze bedeckt diese Assoziation ziemlich weite Flächen. Im übrigen sind hier und da in der *regio alpina* kleinere mit flechtenreichem *Betula nana*-Gebüsch bewachsene Stellen vorhanden.

Die Strauchschicht wird gewöhnlich von *Betula nana* allein gebildet, welche eine Höhe von 50—100 cm erreicht (Fig. 39); bisweilen können einzelne

Salix glauca vertreten sein. Die Anzahl der übrigen Gefässpflanzen ist sehr unbedeutend. Eine niemals fehlende Art ist *Vaccinium vitis idaea*; ebenso pflegt gewöhnlich *Calamagrostis lapponica* vorzukommen. In der Bodenschicht dominieren *Cladonia*-Arten und *Stereocaulon*.

Diese Assoziation hat gewisse Ähnlichkeiten mit der flechtenreichen *Empetrum*-Heide, insbesondere in den *Betula nana*-reichen Varianten der ersteren. Der physiognomische Unterschied ist jedoch bedeutend, denn in der *Empetrum*-Heide tritt *Betula nana* nicht als Strauch, sondern spalierförmig zu Boden gedrückt auf und erreicht keine grössere Höhe als die in dieser Gemeinschaft vorkommenden Zwergsträucher. Auch die ökologischen Bedingungen sind etwas verschieden, indem das *Betula nana*-Gebüsch während des Winters einen relativ guten Schneeschutz fordert, der in der flechtenreichen *Empetrum*-Heide dagegen ziemlich unbedeutend ist. Ich habe deshalb die *Betula nana*-reichen Varianten dieser Assoziation unter den Heiden aufgeführt, trotzdem die floristische Zusammensetzung bisweilen in diesen derjenigen des flechtenreichen *Betula nana*-Gebüsches sehr ähnlich sein kann.

3. **Moosreiches Betula nana-Gebüsch.**

Diese Gesellschaft stimmt ihrer floristischen Zusammensetzung nach in bezug auf Strauch- und Feldschicht nahezu mit dem flechtenreichen *Betula nana*-Gebüsch überein. Anstatt *Salix glauca* pflegt jedoch *Juniperus* zwischen den *Betula nana*-Sträuchern aufzutreten. In der Bodenschicht dominieren Moose, vor allem *Ptilidium ciliare* sowie *Dicranum*-Arten.

Im oberen Teile des Rapadalen hat diese Assoziation recht grosse Ausbreitung, insbesondere in der Gegend zwischen der Tjågnorishütte und dem Mikkatjåkko. Ein anderes reichliches Vorkommen liegt zwischen den Stuor Rissavare und Alatjåkko. In moränenreichen Gegenden mit stark kupiertem Terrain hat diese Gesellschaft ein sehr charakteristisches Auftreten. Sie kommt dort in schmalen Kränzen unmittelbar unterhalb der Moränenhügel vor und ihre Strauchspitzen erreichen ungefähr dieselbe Höhe wie diese. Besonders schön ausgebildet sind solche Kränze oberhalb der Waldgrenze auf dem Pårtetjåkkomassiv.

Die Bedingungen für diese Pflanzengesellschaft sind ungefähr dieselben wie für das flechtenreiche *Betula nana*-Gebüsch. Hier ist jedoch immer ein kräftiges (10—15 cm dickes) Humuslager vorhanden, was dort gewöhnlich fehlt. Die Feuchtigkeit desselben ist infolge der Fähigkeit der Moose (besonders des *Ptilidiums*), das Wasser zu behalten, ziemlich gross.

B. **Wiesengebüsche.**

In diesen bilden von den Weiden *Salix glauca* und *lanata* die Hauptmasse. Auch andere gebüschbildende *Salices* sowie *Betula nana* kommen

vor, sind aber besonders oberhalb der Waldgrenze entschieden in der Minderheit. — Die in der Feldschicht vorhandenen Arten sind ungefähr dieselben wie in den Wiesenbirkenwäldern (Fig. 40). Doch ist zu bemerken, dass in den in der *regio alpina* liegenden Wiesenweidengebüschen eine ganze Reihe von Arten entweder fehlen oder seltener sind als in den entsprechenden Pflanzengesellschaften des Birkenwaldgebietes. Diese sind u. a. *Mulgedium alpinum, Valeriana sambucifolia, Anthriscus silvestris, Brachypodium caninum* sowie die hochwüchsigen Farne.

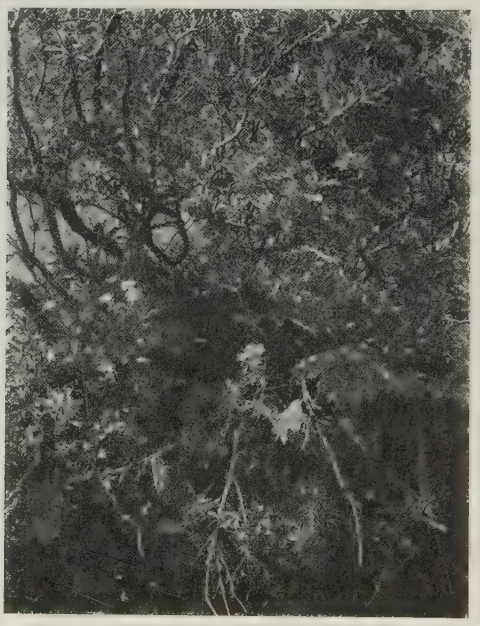


Fig. 40. Wiesenweidengebüsch mit *Geranium silvaticum* und *Aconitum septentrionale.*
A. ROMAN phot. 1904.

Je nachdem Kräuter oder Gräser in der Feldschicht vorherrschen, kann man kräuterreiche und grasreiche Wiesenweidengebüsche unterscheiden. Die ersteren lassen sich nach denselben Gründen wie die Wiesenbirkenwälder einteilen, nämlich in Hochstaudenwiesenweidengebüsche und *Solidago*-reiche Wiesenweidengebüsche.

1. Hochstaudenwiesenweidengebüsch.

Von allen Wiesenweidengebüschen bildet dieses den grössten Teil. Von dem ganzen vegetationsbekleideten Gebiete dürfte es ungefähr 5 % einnehmen, doch ist es innerhalb desselben sehr ungleich verteilt. Im östlichen Teile des Sarvesvagge sowie auf dem Telma hat es eine gross-

artige Ausbreitung, ebenso an einzelnen Stellen im Rapadalen. In anderen Tälern dagegen, wie dem Kukkesvagge, deren Talsohle doch nicht mehr als 50—150 m oberhalb der Waldgrenze liegt, fehlt es nahezu ganz. Die Ursache hierfür ist in der Schneeverteilung zu suchen; die Weiden fordern nämlich während des Winters guten Schneeschutz, vertragen aber auch keine besonders langdauernde Schneedecke. Die in der Feldschicht dominierenden Hochstauden sind *Aconitum septentrionale* (Fig. 41), *Geranium silvaticum*, *Trollius europæus*. Ausserdem kommen mehr oder weniger konstant *Viola biflora*, *Myosotis silvatica*, *Ranunculus acer*, *Rumex arifolius* vor. Die Variation in der Zusammensetzung der Feldschicht ist sehr gross, grösser als in den Wiesenbirkenwäldern, je nach der Höhe der Weidengebüsche,

Fig. 41. *Aconitum septentrionale*-reiches Hochstaudenweidengebüsch. A. ROMAN phot. 1904.

Dichte usw. Die Bodenschicht ist schwach ausgebildet und besteht aus *Astrophyllum*-Arten sowie *Marchantia*.

2. **Solidago virgaurea-reiches Wiesengebüsch.**

Diese Gesellschaft ist ein Seitenstück zum *Solidago*-reichen Birkenwald und tritt sowohl in der *regio subalpina* als auch so hoch oben auf dem Kahlgebirge auf, wie das Wiesenweidengebüsch überhaupt geht. Im August zur Blütezeit des *Solidagos* hat die Gesellschaft ein sehr charakteristisches Aussehen. Sie bedeckt keine grösseren Areale. Am schönsten ausgebildet habe ich sie auf dem Ålkatjtjåkko im Rapadalen gesehen.

Das *Solidago-reiche* Wiesenweidengebüsch hat Anknüpfungspunkte sowohl

mit den übrigen Wiesenweidengebüschen als auch mit den Heiden, was sich im Vorkommen von Kräutern und *Vaccinium myrtillus* sowie einer hauptsächlich aus Moosen bestehenden Bodenschicht zeigt. Die Humusdecke ist gut ausgebildet, aber die Feuchtigkeit in dieser ist nicht so gross wie bei den übrigen Wiesenweidengebüschen.

3. Grasreiches Wiesengebüsch.

Die einzige Art unter den Gräsern, welche in den Wiesenweidengebüschen dominierend auftritt, ist *Calamagrostis purpurea*. Derartige Pflanzengesellschaften sind ziemlich selten und kommen hier und da in den übrigen Wiesenweidengebüschen eingesprengt vor, ohne jedoch grössere Flächen zu bedecken. Der Standort für *Calamagrostis purpurea*-reiches Weidengebüsch ist jedoch trockener als der der anderen. Ausserdem tritt die Gesellschaft auf feuchten Stellen in der Nähe grösserer Moorgebiete auf. Von den zur Wiesenserie gehörigen Weidengebüschen schmilzt dieses am zeitigsten ab. Nicht selten ist *Calamagrostis purpurea* in der Feldschicht nahezu alleinherrschend.

C. Moorgebüsche.

Man kann zwei Gruppen von Moorgebüschen unterscheiden; die eine hat eine Bodenschicht hauptsächlich aus *Amblystegium*- und *Astrophyllum*-Arten, die andere kennzeichnet sich u. a. durch das reichliche Auftreten von *Sphagnum fuscum* und anderen torfbildenden Moosarten.

In den Moorgebüschen werden vor allem *Salix glauca, lapponum, myrsinites* und *arbuscula* angetroffen. Unter den in der Feldschicht charakteristischen Arten verdienen *Carex*-Arten, *Equisetum*-Arten sowie Kräuter, wie *Comarum palustre*, *Petasites frigidus*, *Epilobium*-Arten erwähnt zu werden.

Die Pflanzengesellschaften, in denen *Salix myrsinites* und *arbuscula* in der Strauchschicht dominieren, kommen immer auf kalkreichem Boden vor. Die floristische Zusammensetzung im übrigen weicht sowohl hinsichtlich der Feld- als auch der Bodenschicht von den sonstigen Moorgebüschen ab. Infolgedessen habe ich diese als eine besondere Assoziation aufgenommen und sie nach der am meisten hervortretenden Art, *Salix myrsinites*, benannt. In den übrigen Moorgebüschen sind zwar nicht selten *Salix phylicifolia* und (in der *regio subalpina*) *S. nigricans* zu finden, aber es sind doch die grauen Weiden, welche ihnen ihre Physiognomie geben. Ich habe sie deshalb Grauweidenmoorgebüsche genannt.

Die Einteilung der Moorgebüsche ist folgende:

1. *Carex*-reiches Grauweidenmoorgebüsch.
2. Kräuterreiches »
3. *Salix myrsinites*-reiches Moorgebüsch.
4. *Sphagnum*-reiches Moorgebüsch.

1. Carex-reiches Grauweidenmoorgebüsch.

In den niederen Teilen der *regio subalpina*, besonders längs des Rapaätno und anderer grösserer Flüsseläufe sind die *Carex*-reichen Grauweidenmoore am schönsten ausgebildet. Die Weiden erreichen hier eine Höhe bis zu 3 m und sind oft vollständig undurchdringlich. Im Delta des Laitaure sowie in dem von glaziofluvialem Materiale nahezu gefüllten See Rapaure bedeckt das *Carex*-reiche Grauweidenmoor grosse Flächen. Das Gesamtareal desselben erreicht jedoch nicht das des Wiesenweidegebüsches, da sie aber auf eng umgrenzten Stellen oft massenhaft auftreten können, tragen sie dazu bei, solchen Gegenden eine spezielle Physiognomie zu geben. Ausser *Salix glauca* und *lapponum*, welche, wie gesagt, die Hauptmasse der strauchbildenden Arten ausmachen, kommen *S. lanata*, *phylicifolia* und *nigricans* mehr oder weniger reichlich vor. Die Bodenschicht ist wohl ausgebildet und besteht aus Arten der Gattungen *Amblystegium*, *Astrophyllum*, *Sphagnum* u. a.

Die am häufigsten vorkommende Variante des *Carex*-reichen Grauweidenmoores ist das *Carex aquatilis*-reiche. Auch andere *Carex*-Arten wie *C. rostrata*, *C. juncea* sowie *Eriophorum polystachium* können dominieren. *Equisetum palustre*- und *fluviatile*- reiche Varianten sind dagegen relativ selten. Seitenstücke zu dem *Equisetum silvaticum*-reichen Birkenwald existieren zwar, nehmen aber nur unbedeutende Flächen ein und sind nicht so charakteristisch wie dieser.

2. Kräuterreiches Grauweidenmoorgebüsch.

Wie unter den Moorbirkenwäldern die kräuterreichen als eine eigene Assoziation unterschieden werden konnten, so ist dies auch bei den Grauweidenmooren der Fall. Im Vergleich mit den *Carex*-reichen Grauweidenmooren haben sie kaum physiognomische Bedeutung, können aber auf begrenzten Plätzen diese ersetzen. So ist dies zum Beispiel im östlichen Teile des Sarvesvagge der Fall, wo ich die schönsten Ausbildungsformen dieser Pflanzengesellschaft angetroffen habe. Die wichtigsten Kräuter sind *Petasites frigidus*, *Cirsium heterophyllum*, *Caltha palustris*, *Alchemilla glomerulans*, *Rubus chamaemorus*. Die Variationen in der Zusammensetzung der Feldschicht sind sehr gross und können aus den Verschiedenheiten in bezug auf Beschattung, Wasserzutritt und die Beschaffenheit des Substrates erklärt werden. Ist die Strauchschicht besonders dicht, so fehlt Untervegetation nahezu gänzlich und der Boden ist von verwelkten *Salix*-Blättern bedeckt, zwischen welchen einzelne Kräuter neben einer spärlichen Moosvegetation auftreten.

3. Salix myrsinites-Moorgebüsch.

Ausser *Salix myrsinites* kann in dieser Gesellschaft, wie gesagt, auch *S. arbuscula* gebüschbildend auftreten. Die kalkreichen Gesteine nehmen im

grossen ganzen von Ost nach West zu. Die *Salix myrsinites*-Moore kommen deshalb hauptsächlich ausserhalb des Sarekgebietes vor. *Salix arbuscula* ist noch mehr als die erstgenannte Art an Kalk gebunden und wird in den östlichen Hochgebirgen nur in vereinzelten Exemplaren angetroffen. In der Gegend zwischen den grossen Seen Virihaure und Vastenjaure einerseits und dem Hochgebirge des Sarekgebietes andererseits sind die *Salix myrsinites*-Moore keine ungewöhnlichen Erscheinungen in der Nähe von kleineren Bächen oder an Stellen, wo die Feuchtigkeit sonst gross ist. Doch sind in der Regel verhältnismässig kleine Areale mit dieser Gesellschaft bewachsen.

Kennzeichnend für das *Salix myrsinites*-Moor ist der Artenreichtum in der Feldschicht. Ein grosser Teil der Arten kommt nur oder vorzugsweise in kalkreichen Gegenden vor, wie *Carex saxatilis, C. ustulata, Saxifraga aizoides, Thalictrum alpinum, Tofieldia palustris, Salix reticulata.* Die Variationen in der Zusammensetzung der Feldschicht sind indes sehr gross.

Auch in der Zusammensetzung der Bodenschicht lässt sich das Vorhandensein von Kalk nachweisen. In dieser findet man nämlich u. a. eine Reihe von Moosarten, die nach Arnell und Jensen (1907, 1910) für kalkreiche Gegenden charakteristisch sind.

4. Sphagnum-reiches Moorgebüsch.

Dieses ist in dieser Gegend ziemlich selten und nimmt nur unbedeutende Flächen ein; seine hauptsächlichste Ausbreitung hat es im Birkenwaldgebiet. Zum Unterschied von den übrigen Gebüschgesellschaften ist bei diesem die Strauchschicht licht; die Höhe der Sträucher ist ebenfalls unbedeutend, gewöhnlich etwa 1 m. Nicht selten bilden diese Moorgebüsche Randpartien in grösseren Moorkomplexen. — Die gebüschbildenden Arten sind *Betula nana*, *Salix glauca* sowie (seltener) *S. lapponum*. Es können zwei physiognomisch wohl getrennte Assoziationen unterschieden werden; in der einen dominiert *Betula nana*, in der anderen *Salices*.

a) Betula nana-Sphagnum-reiches Moorgebüsch.

In der Feldschicht dominiert *Rubus chamaemorus*; ausserdem kommen *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum* u. a. vor. In der Bodenschicht sind ausser *Sphagna Dicranum-* und *Polytrichum-* Arten sowie Lebermoose vorhanden. Der Standort ist stark bültig; auf den trockeneren Stellen treten gewöhnlich Flechten in mehr oder weniger hoher Frequenz auf.

b) Salix glauca-Sphagnum-reiches Moorgebüsch.

Ausser *Salix glauca* kommt, wie erwähnt, bisweilen *S. lapponum* in der Strauchschicht vor. Unter den in der Feldschicht mehr hervortretenden

Arten können *Rubus chamaemorus*, *Carex aquatilis*, *Comarum palustre* genannt werden. In der Bodenschicht besteht die Hauptmasse aus *Sphagnum*-Arten; ausserdem kommen oft *Amblystegia* vor. Der Standort ist für diese Gesellschaft entschieden feuchter als für die vorhergehende.

III. Feldschichtgesellschaften.

Die Hauptmasse der Vegetation in der *regio alpina* gehört zu den Feldschichtgesellschaften. Unterhalb der Waldgrenze trifft man diese nur in Moorkomplexen sowie auf anderen für Wald und Gebüsch ungeeigneten Plätzen. Sie sind deshalb in der alpinen Region klimatische Pflanzengesellschaften im Sinne Schimpers (1898); unter der Waldgrenze gehören sie zu den edaphischen Gesellschaften dieses Forschers.

Bezüglich der Einteilung der Feldschichtgesellschaften sei auf Seite 327 verwiesen.

A. Wiesen.

Zu den Wiesen gehören die Pflanzengesellschaften, in denen mesophile Kräuter und Gräser dominieren. Die Feldschicht ist oft reich ausgebildet und die darin vorkommenden Arten zusammen »deckend». Die Bodenschicht fehlt gewöhnlich und ist in den Fällen, wo sie vorkommt, aus Moosen gebildet; Flechten sind sehr spärlich. Die meisten Wiesen haben ein dickes Humuslager, nur in gewissen xerophilen Typen kann es ziemlich unbedeutend sein. In bezug auf Schneebedeckung fordern sämtliche Wiesen während des Winters Schneeschutz, dieser schmilzt aber bei verschiedenen Wiesen zu sehr verschiedenen Zeiten ab. Der Standort der Wiesen ist mehr oder weniger geneigt und der Zugang von säurereichem Wasser eine ihrer Existenzbedingungen.

Je nachdem hoch- oder kurzwüchsige Arten in der Feldschicht vorherrschen, kann man zwei physiognomisch wohl begrenzte Gruppen unterscheiden: Hochstaudenwiesen und kurzwüchsige Wiesen.

a) HOCHSTAUDENWIESEN.

Die zu diesen gehörigen Arten sind vor allem hochwüchsige Kräuter; ausserdem können gewisse Gräser oder *Athyrium alpestre* dominieren. Die Hochstaudenwiesen erinnern stark an die Untervegetation in den Hochstaudenbirkenwäldern, nur fehlen hier verschiedene Arten oder kommen doch sehr spärlich vor. Die Bodenschicht ist schlecht ausgebildet und besteht aus Laubmoosen.

Ein guter Schneeschutz ist eine unerlässliche Forderung für diese Pflanzengesellschaften und die Abschmelzungszeit ist bei den meisten ziemlich spät.

Ihre Forderungen an nahrungsreichem Substrat sind gross, und man trifft sie deshalb am schönsten ausgebildet auf kalkreichen, leicht verwitterten Gesteinen. In der von mir untersuchten Gegend nehmen sie ungefähr 3 % der vegetationsbedeckten *regio alpina* ein.

Auch in der *regio subalpina* treten sie auf, besonders auf schneereichen Gebirgen in der Nähe der Waldgrenze. Die Hochstaudenwiesen sind oberhalb des Birkenwaldgebietes hauptsächlich an den unteren Teil der *regio alpina* gebunden, was teilweise als eine Temperaturgrenze erklärt werden kann, aber auch seinen Grund in den Schneeverhältnissen hat. Eine sehr langedauernde Schneebedeckung ist nämlich ein Hindernis für die Existenz mehrerer der Hochstaudenwiesen, und bleibt der Schnee allzu lange liegen, »entstehen» statt dieser gewisse kurzwüchsige Wiesen.

Die zu den Hochstaudenwiesen gehörenden Gesellschaften lassen sich in drei Abteilungen unterbringen, je nachdem Kräuter, Gräser oder Farne vorherrschen.

1. Kräuterreiche Hochstaudenwiese.

In dieser Assoziation sind u. a. folgende Hochstauden anzutreffen: *Aconitum septentrionale, Geranium silvaticum, Rumex arifolius, Trollius europaeus, Mulgedium alpinum* (seltener), *Chamænerium angustifolium, Milium effusum, Cirsium heterophyllum, Anthriscus silvestris* (Fig. 42). Ausserdem sind *Viola biflora* und *Stellaria nemorum* charakteristische Kommensalen. Die Bodenschicht fehlt oder ist aus vereinzelten *Astrophyllum*-Arten gebildet.

Bisweilen kann das eine oder andere hochwüchsige Kraut dominieren und der Pflanzengesellschaft sein Gepräge aufdrücken. Deshalb können verschiedene Varianten — sie als getrennte Assoziationen aufzustellen, scheint mir unnötig — unterschieden werden. Am häufigsten kommen die vor, in denen *Aconitum, Geranium* oder *Trollius* dominieren. Die *Aconitum*-reichen Varianten treten auf tieferem Niveau auf und gehen kaum mehr als 100 m über die Waldgrenze hinauf; die durch die beiden anderen Arten gekennzeichneten Varianten dagegen können auf bedeutenden Höhen in der *regio alpina* vorkommen. Bis 400 m über der Waldgrenze habe ich Pflanzengesellschaften dieses Typus aufgezeichnet.

Die kräuterreichen Hochstaudenwiesen bilden die Hauptmasse der Hochstaudenwiesen. Der Standort ist gewöhnlich ziemlich stark geneigt oder unterhalb steiler Felswände gelegen, wo das Grundwasser zu Tage tritt. Gute Bewässerung während der ganzen Vegetationsperiode ist eine Bedingung für das Gedeihen der Gesellschaft.

Infolge der physiognomischen Ähnlichkeiten zwischen den kräuterreichen Hochstaudenwiesen und der Feldschicht in gewissen Wiesenweidengebüschen fasst Samuelsson (1917) diese als eine Assoziation auf und bezeichnet die letzteren als mit *Salices* bewachsene Wiesen. In Analogie damit sollten

Hochstaudenbirkenwälder Wiesen mit Birken genannt werden. Der physiognomische Unterschied zwischen Wiese und Wiesenweidengebüsch, bzw. Wiesenbirkenwald allein dürfte schon genügen, um ihre Trennung als gesonderte Assoziationen zu motivieren. Der Einwand, dass die ökologischen Faktoren, welche sie hervorrufen, identisch seien, kann u. a. durch die Tatsache widerlegt werden, dass sie verschiedene Abschmelzungszeiten haben. Am besten beobachtet man dies in einer Gegend, wo sowohl Wiesenbirkenwald als auch Wiesenweidengebüsch und Hochstaudenwiesen vorkommen. Auch wenn die Feldschicht in diesen noch so übereinstimmend ist, zeigt es

Fig. 42. *Anthriscus silvestris*-reiche Hochstaudenwiese. Staloluokta, 585 m ü. d. M. Verf. phot. 13. Aug. 1915.

sich jedoch, dass der Wiesenbirkenwald zuerst abschmilzt, danach das Wiesenweidengebüsch und zuletzt die Wiesen.

2. Angelica Archangelica-Wiese.

Diese Pflanzengesellschaft ist zwar ähnlich wie die vorige durch Hochstauden gekennzeichnet, — hier vor allem *Angelica Archangelica* — weist aber eine Reihe Verschiedenheiten von jener auf, welche meiner Meinung nach ihre Aufstellung als besondere Assoziation motivieren.

Was die *Angelica*-Wiese hervorruft, ist vor allem lange liegender Schnee und grosse Feuchtigkeit im Substrat. Der Standort ist in Bachravinen oder auf anderen wohl bewässerten Lokalitäten. Noch Mitte Juli kann die Schneedecke in extremen Fällen die *Angelica*-Wiese bedecken und da haben die

übrigen kräuterreichen Hochstaudenwiesen schon längst ihre Entwickelung für den Sommer begonnen. Die Wachstumsintensität ist deshalb bei *Angelica* ausserordentlich gross, in ungefähr zwei Monaten sollen die nicht selten nahezu zwei Meter hohen Kräuter emporwachsen, Blumen und Früchte tragen, was im allgemeinen auch der Fall ist.

Wie in den übrigen einer langandauernden Schneebedeckung ausgesetzten Pflanzengesellschaften ist die Feldschicht der *Angelica*-Wiese ziemlich dünn. In derselben sind *Rumex arifolius*, *Ranunculus acer*, *Viola biflora* und andere Kräuter sowie einige Gräser vorhanden. Die Bodenschicht ist ziemlich gut ausgebildet und besteht aus Moosen, besonders *Amblystegium*-Arten.

Infolge der Anforderungen an die Beschaffenheit des Standortes nimmt die *Angelica*-Wiese nur unbedeutende Flächen ein. Sie tritt im oberen Teile der *regio subalpina* bis ziemlich hoch (ungef. 300 m) über die Waldgrenze hinaus auf.

3. Deschampsia caespitosa-Wiese.

Ein auf die westlichen Teile des Untersuchungsgebietes beschränkter Typus ist die *Deschampsia caespitosa*-Wiese, welche durch das besonders reichliche Auftreten von *Deschampsia caespitosa*, das in der Feldschicht nahezu alleinherrschend ist, gekennzeichnet wird. Die Bodenschicht ist schlecht entwickelt und hier dominieren *Amblystegium*-Arten.

Der Standort ist nur unbedeutend geneigt, aber die Feuchtigkeit in dem kräftig ausgebildeten Humuslager bedeutend. Relativ späte Abschmelzungszeit scheint die Entstehung dieser Gesellschaft zu begünstigen.

Die grössten und schönsten *Deschampsia caespitosa*-Wiesen habe ich in der Gegend des Vastenjaure sowie in dem Tal des Stalojokk, südlich vom Virihaure gesehen. Im Verhältnis zu den kräuterreichen Hochstaudenwiesen sind sie jedoch von geringer Bedeutung, dürften aber in anderen Gebirgsgegenden eine recht grosse Rolle spielen.

4. Calamagrostis purpurea-Wiese.

Die trockenste unter den Hochstaudenwiesen ist die *Calamagrostis purpurea*-Wiese. Ihr Erfordernis an Schneeschutz und Humus ist auch nicht so gross wie bei den übrigen; die Gesellschaft kommt vielmehr auf ziemlich exponierten Standorten vor und im Substrat sind bedeutende Mengen von Sand und Steinen vorhanden. Die Abschmelzungszeit fällt ebenfalls zeitiger als die der übrigen Hochstaudenwiesen.

Im allgemeinen dominiert *Calamagrostis purpurea* über die anderen in dieser Gesellschaft vorkommenden Arten. Die Bodenschicht ist schwach ausgebildet und besteht, wo sie nicht ganz und gar fehlt, aus vereinzelten Moosen und Flechten.

Für die Physiognomie der *regio alpina*, auf welche diese Assoziation beschränkt ist, spielt die *Calamagrostis purpurea*-Wiese keine nennenswerte Rolle, da nur unbedeutende Flächen damit bewachsen sind. Sie kommt vereinzelt im ganzen Gebiete vor, geht aber nicht besonders hoch an dem Gebirge hinauf.

5. Athyrium alpestre-Wiese.

Zu den charakteristischesten Pflanzengesellschaften in der *regio alpina* sowohl ihrer Physiognomie als ihrem Vorkommen nach gehört die *Athyrium alpestre*-Wiese. Die Standorte derselben sind ausgetrocknete Bachravinen

Fig. 43. *Athyrium alpestre*-Wiese unterhalb des Tseggok, ca 800 m ü. d. M. Verf. phot. 18. Juli 1914.

und die in dichten Beständen stehenden Farne geben der Assoziation ein eigentümliches Aussehen in dem Gebiete, wo im übrigen Farne beinahe fehlen (Fig. 43). Die *Athyrium alpestre*-Wiese kommt nämlich auch auf bedeutenden Höhen im Gebirge vor und ist diejenige Hochstaudenwiese, welche die am längsten dauernde Schneedecke verträgt. Sie kommt in dieser Beziehung der *Angelica*-Wiese am nächsten.

Die ausser *Athyrium* in der Feldschicht vorhandenen Arten spielen für die Physiognomie der Gemeinschaft keine besondere Rolle. In der Bodenschicht dominieren Moose. — Die Feuchtigkeit des aus schwach mit Humus vermischten Sand bestehenden Substrates ist infolge der Natur des Standortes recht bedeutend.

Samuelsson (1917), der diese Pflanzengesellschaft (aus Dalarne) beschrieben hat, zählt sie eigentümlicherweise zu den »zwergstrauchreichen Moosheiden». Eine Motivierung dieses eigentümlichen Verfahrens fehlt jedoch. Tatsächlich kommen Zwergsträucher in der Gesellschaft nicht vor, auch nicht in der von Samuelsson gemachten Standortsaufzeichnung über dieselbe — und ihre Zugehörigkeit zu den Wiesen dürfte ohne jeden Zweifel sein. Ob man sie dagegen zu den Hochstaudenwiesen oder zu den kurzwüchsigen Wiesen zählen will, ist Geschmacksache.

Fig. 44. *Ranunculus acer*-Wiese, grosse Areale im Alkavagge unterhalb des Herrapakte bedeckend. Verf. phot. 4. Aug. 1915.

b) KURZWÜCHSIGE WIESEN.

Die kurzwüchsigen Wiesen spielen eine grosse Rolle in der Physiognomie der *regio alpina* und nehmen nahezu 10 % des vegetationsbekleideten Bodens ein (Fig. 44). Unterhalb der Waldgrenze sind sie indessen ausserordentlich selten. Sie sind also »alpine» Pflanzengesellschaften par préférence.

Unter den kurzwüchsigen Wiesen können zwei Gruppen unterschieden werden, von welchen die eine, der »*Dryas*-Typus», nur in kalkreichen Gegenden vorkommt, während die andere über das ganze Gebiet verbreitet ist.

Die für die letztere Gruppe charakteristischen Arten sind Kräuter, wie *Ranunculus acer*, *Viola biflora*, *Sibbaldia procumbens*, *Saussurea alpina* sowie Gräser und Halbgräser, unter denen *Poa arctica*, *Carex rigida* angetroffen werden. Die erstere Gruppe, der »*Dryas*-Typus», hat eine sehr ab-

wechselungsreiche und artreiche Zusammensetzung; die wichtigsten Arten sind *Polygonum viviparum*, *Astragalus alpinus*, *Parnassia palustris*, *Potentilla Crantzii*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga oppositifolia*, *Festuca ovina*, *Carex rigida*, *C. vaginata*, *Poa alpina*.

Die Forderungen in bezug auf Schneeschutz, Wasserzugang und Substrat sind unter den zu den kurzwüchsigen Wiesen gehörenden Gesellschaften recht verschiedenartig und deshalb wird hierüber bei jeder einzelnen besonders berichtet werden.

Fig. 45. *Ranunculus acer*-Wiese. Ivarlako.
Verf. phot. 4. Aug. 1918.

1. Ranunculus acer-Wiese.

In einigen Ausbildungsformen nähert sich diese Gesellschaft den kräuterreichen Hochstaudenwiesen (der *Trollius*-reichen Variante), in anderen wiederum gewissen Grasheiden. Ihre Existenzbedingungen sind nämlich u. a. eine Schneedecke, deren Dauer zwischen derjenigen dieser Pflanzengesellschaften liegt. Die *Ranunculus acer*-Wiese hat deshalb sowohl mesophile als auch xerophile Züge. Die ersteren äussern sich im Vorkommen einer Anzahl Kräuter, wie, ausser *Ranunculus acer* selbst, *Viola biflora*, *Polygonum viviparum*, *Saussurea alpina;* die letzteren in dem ziemlich reichlichen Auftreten von *Carex rigida* und anderen Gräsern. Die Bodenschicht ist wohl ausgebildet und besteht hauptsächlich aus Moosen, wie *Polytrichum-* und *Dicranum*-Arten sowie oft Lebermoosen. Die Feuchtigkeit in dem mit einem gewöhnlich ziemlich dünnen Humuslager versehenen Substrate ist infolge der Bewässerung recht gross.

Die *Ranunculus acer*-Wiese nimmt oft grosse zusammenhängende Areale ein. Dies ist z. B. der Fall im oberen Teile des Alkavagge, im Snavvavagge zwischen dem Låddepakte und dem Pelatjåkko. Auch auf den ausgedehnten Hochebenen im Sarekgebiete ist sie von grosser physiognomischer Bedeutung, besonders während der Blütezeit des *Ranunculus acer*, wo Tausende von Quadratmetern durch die Blüten desselben gelb leuchten (Fig. 45).

2. Sibbaldia procumbens-Wiese.

Noch mehr als die *Ranunculus acer*-Wiese ist die *Sibbaldia*-Wiese durch den Schnee beeinflusst. Sie steht deshalb den Grasheiden sehr nahe. Charakteristisch ist auch das Vorkommen von recht reichlicher *Salix herbacea*, sowie *Carex rigida* und *C. Lachenalii*. Auf Stellen, wo der Schnee lange liegen geblieben ist, kann man sehen, wie die *Sibbaldia*-Wiese eine mehr oder weniger schmale Zone zwischen *Ranunculus acer*-Wiese und Grasheiden oder Schneebodengesellschaften bildet. Infolge des reichlichen Auftretens von *Sibbaldia procumbens* hielt ich es, wie Fries (1913), für das Beste, diese Pflanzengesellschaft zu den Wiesen zu zählen. In der Zusammensetzung der Bodenschicht steht die Assoziation der *Ranunculus acer*-Wiese nahe; ebenso in bezug auf Zugang an Humus und Feuchtigkeit im Substrate. Der Standort pflegt doch sehr oft geneigter zu sein als es bei dieser Wiese der Fall ist.

Die *Sibbaldia*-Wiese spielt im Vergleich mit z. B. der *Ranunculus acer*-Wiese in der Zusammensetzung der *regio alpina* eine sehr geringe Rolle, kommt aber vereinzelt über das ganze Untersuchungsgebiet vor.

3. Saussurea alpina-Wiese.

Diese Wiese kommt hauptsächlich in den höheren Teilen der vegetationsbekleideten *regio alpina* vor und reicht nahezu bis zur Grenze der geschlossenen Vegetation hinauf. Am schönsten ausgebildet habe ich sie im Hochgebirge des Sarekgebietes gesehen. Doch nimmt sie nur relativ kleine Flächen desselben ein.

Die Assoziation ist in erster Hand durch *Saussurea alpina* gekennzeichnet, welche hier, wie auch sonst, wo sie vorkommt, grösstenteils steril ist. Andere in der *Saussurea*-Wiese anzutreffende Arten sind u. a. *Carex rigida*, *Salix herbacea* und *S. polaris*. Die Bodenschicht ist gut ausgebildet; sie besteht hauptsächlich aus Moosen, wie *Dicranum*-Arten und *Jungermannia*. Flechten sind immer vorhanden, doch nicht in grosser Anzahl. — Immer ist ein dickes Humuslager da und die Feuchtigkeit in diesem ist verhältnismässig gross. Der Standort ist mehr oder weniger abfallend.

Es ist mir nicht gelungen, spezielle Faktoren, welche das Entstehen dieser Assoziation anstatt anderer kurzwüchsiger Wiesen begünstigen, zu finden. Sie tritt sowohl in dem kalkreichen westlichen Gebiete als auch in den etwas kalkärmeren östlichen Gebirgen auf. Der Schneeschutz welcher eine Existenzerfordernis derselben ist, bleibt ziemlich lange liegen, ungefähr wie auf der *Ranunculus acer*-Wiese. Der charakteristischen Physiognomie dieser Assoziation wegen, besonders im August, der Blütezeit von *Saussurea*, zaudere ich nicht, dieselbe als wohl getrennt von den übrigen kurzwüchsigen Wiesen anzusehen.

Fig. 46. *Dryas*-Wiese mit reichlichem *Polygonum viviparum*. Alatjåkko in der Nähe vom Mellätno, ca 750 m ü. d. M. Verf. phot. 15. Aug. 1916.

4. Dryas-Wiese.

In kalkreichen Gegenden, welche nicht extrem schneereich sind, besteht die Hauptmasse der kurzwüchsigen Wiesen aus *Dryas*-Wiese. Am meisten verbreitet ist sie in dem westlichen Gebiete, aber auch im Sarekgebiete selbst nimmt sie bedeutende Areale ein, besonders hoch oben, wo der Kalkreichtum grösser ist als weiter unten. Sie ist durch einen besonders grossen Artenreichtum gekennzeichnet und unterscheidet sich in dieser Beziehung bedeutend von den vorher beschriebenen. Nahezu regelmässig findet man folgende: *Astragalus alpinus, Parnassia palustris, Polygonum viviparum, Saussurea alpina* (oft steril), *Selaginella ciliata, Thalictrum alpinum, Viola biflora, Ranunculus acer, Poa alpina, Salix herbacea,*

Potentilla Crantzii (Fig. 46). In gewissen Typen kommen ausserdem oft *Carex rigida* und *Festuca ovina* vor. Die Bodenschicht besteht aus Moosen, sowie in geringerer Frequenz aus Flechten und ist bisweilen sehr reich ausgebildet.

Infolge der grossen Anzahl von Arten ist die Zusammensetzung der Assoziation in bezug auf die Dominanz der Arten sehr variierend. Die beiden am häufigsten auftretenden Varianten sind die *Polygonum viviparum-* und die *Festuca ovina*-reiche. Auch andere Arten z. B. *Gymnadenia conopea* und *Astragalus alpinus* können jedoch der Assoziation ihr Gepräge geben.

Der Standort der *Dryas*-Wiese ist mehr oder weniger geneigt. Die Dicke des Humuslagers kann recht bedeutend variieren, ebenso die Feuchtigkeit. In bezug auf Schneeschutz und Abschmelzungszeit sind die Verhältnisse bei den einzelnen Varianten ebenfalls verschieden. Als allgemeine Regel gilt jedoch, dass die kräuterreichen Varianten grössere Forderungen sowohl an Humus- wie an Wasserzugang stellen als die *Festuca ovina*-reiche. Ihre Abschmelzungszeit fällt auch später als die der letzteren. — Die *Festuca ovina*-reiche Variante ist entschieden mehr xerophil als die kräuterreiche, worauf auch die oft recht zahlreichen und reichlichen Flechten hindeuten.

5. Saxifraga aizoides-Wiese.

Wie die *Dryas*-Wiese ist auch diese an kalkreiche Gegenden gebunden. Im Sarekgebiete selbst ist sie selten und kommt eigentlich nur in den westlichen Teilen des Gebietes vor. Die Faktoren, welche zur Entstehung dieser Pflanzengesellschaft mitwirken, sind vor allem gute Bewässerung durch rinnendes Wasser sowie eine relativ frühzeitige Abschmelzungszeit. Ihrer Artenzusammensetzung nach weist die Assoziation Ähnlichkeiten mit gewissen Schneebodengesellschaften auf und die Feldschicht ist wie bei diesen oft recht licht. Dies dürfte seinen Grund in dem darüberrinnenden kalten Wasser haben, das entweder von schmelzenden Schneewehen herstammt oder als Grundwasser hervortritt. Dass die Assoziation trotzdem nicht zu den wirklichen Schneegesellschaften gerechnet werden darf, geht teils aus der oft frühzeitigen Blosslegung, teils aus dem Vorkommen gewisser Arten hervor, die keine langdauernde Schneedecke vertragen. Von den zu dieser Assoziation gehörigen Arten findet man, ausser *Saxifraga aizoides*, *Juncus triglumis*, *Saxifraga oppositifolia*, *Thalictrum alpinum*, *Poa alpina*. Die Bodenschicht besteht aus Moosen, besonders *Amblystegium*-Arten.

Die Assoziation hat infolge ihrer Forderungen an die Beschaffenheit des Standortes gewöhnlich ziemlich geringe Ausdehnung, ist aber in dem westlichen Gebiete eine konstante Erscheinung, besonders im Verein mit dem Auftreten von Quellen.

B. Zwergstrauchheiden.

Die Zwergstrauchheiden sind Pflanzengesellschaften, die im allgemeinen dem Gebiete oberhalb der Waldgrenze ihren Stempel aufdrücken. In der hier behandelten Gegend dürften sie über ein Drittel der *regio alpina fertilis* bedecken. Noch grössere Areale sind jedoch wahrscheinlich damit in anderen, weniger schneereichen Gebirgsgegenden bedeckt.

Die Zwergsträucher, die in die hierhergehörigen Pflanzengesellschaften eingehen, sind *Empetrum nigrum*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Bryanthus coeruleus*, *Loiseleuria procumbens*, *Diapensia lapponica*, *Dryas octopetala*, *Cassiope tetragona*, *C. hypnoides*, *Rhododendron lapponicum*, *Arctostaphylos alpina*, *A. uva ursi*, *Vaccinium vitis idaea*, *Salix herbacea*, *S. reticulata*, *S. polaris*. Ausserdem kommen oft spalierförmige *Betula nana* und kurzwüchsige *Salix hastata* vor. Auch Gräser und Halbgräser sind ziemlich reichlich vertreten, besonders *Carex rigida*, *C. vaginata*, *Festuca ovina*, *Calamagrostis lapponica*, *Juncus trifidus*, *Luzula confusa*. In einer Reihe von Zwergstrauchheiden können auch gewisse Kräuter vorhanden sein.

Im allgemeinen dominieren die Zwergsträucher in der Feldschicht, aber bisweilen kommt es vor, dass auf hohen Niveaus oder sehr exponierten Standorten Gräser und Halbgräser in bedeutender Frequenz vorkommen. Mehrere von diesen, besonders *Carex rigida* und *Juncus trifidus*, sind Arten, die zu den in den wirklichen Grasheiden vorkommenden gehören, was — wie dies in einem Falle geschehen ist — zu einer Verwechselung zwischen Grasheiden und »gras»-reichen Zwergstrauchheiden führen kann. Da der Unterschied zwischen diesen Typen in der Tat bedeutend ist und von grosser pflanzengeographischer Wichtigkeit für die in der *regio alpina* von einer Reihe von Forschern aufgestellten »Regionen» ist, erachte ich es als das Geeignetste, hier näher auf die Frage über das Verhältnis dieser Pflanzengesellschaften untereinander einzugehen.

Mehrere alpine Arten kommen ebenso allgemein vor auf frühzeitig blossgelegten Lokalen wie auch auf solchen, welche spät, sogar sehr spät schneefrei werden. Zu dieser Gruppe gehören u. a. *Carex rigida*, *Juncus trifidus*, *Luzula confusa*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Alsine biflora*, *Saxifraga oppositifolia*, *Polygonum viviparum*. Andere Arten kommen hauptsächlich auf sehr frühzeitig schneefreien Standorten vor, können aber auch in spät abschmelzenden Pflanzengesellschaften auftreten; hierher gehören: *Loiseleuria procumbens*, *Diapensia lapponica*, *Vaccinium vitis idaea*, *Calamagrostis lapponica*. Repräsentanten für die dritte Gruppe, welche vorzugsweise in spät abschmelzenden Vegetationstypen vorkommen, aber ausserdem auf frühzeitig schneefreiwerdendem Boden auftreten, sind u. a. *Ranunculus glacialis* und *R. nivalis*. Beispiele für ähnliche Verhältnisse zeigen übrigens gewisse Moose (vergl. Arnell u. Jensen 1910).

Den eben erwähnten Arten ist demnach gemeinsam, dass ihre Forderungen in bezug auf Schneeschutz nicht dieselben sind wie für die Assoziationen, in denen sie zufällig wachsen. Ihre Autökologie stimmt mit anderen Worten nicht mit der Synökologie der Assoziation überein.

Es gibt indessen verschiedene Arten, die an einen ganz bestimmten Vegetationstypus gebunden sind, bisweilen an eine einzige Assoziation.[1] Von den in den Zwergstrauchheiden vorkommenden Pflanzen gehören hierher z. B. *Empetrum nigrum*, *Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Arctostaphylos alpina*. Diese sind typische Zwergstrauchheidepflanzen und werden niemals auf lange schneebedeckten Böden angetroffen, sondern gehen in die sehr zeitig blossgelegten Pflanzengesellschaften ein.

Wie erwähnt wurde, können unter den Zwergstrauchheiden Varianten auftreten, bei denen Gras und grasähnliche Pflanzen eine grosse Rolle spielen. So erreicht beispielsweise *Carex rigida* grosse Frequenz in *Empetrum*-Heiden. Der Reichtum an jener Art kann so gross sein, dass sich der physiognomische Eindruck einer solchen Pflanzengesellschaft dem der *Carex rigida*-Grasheide nähert und kann von einem, der nicht beide Typen studiert hat, leicht verwechselt werden. Eine solche Verwechselung ist Samuelsson (1917) in seiner Arbeit über die Vegetation in den Gebirgen von Dalarne unterlaufen. Dieser Verfasser hat Standortsaufzeichnungen aus zu den Zwergstrauchheiden gehörenden grasreichen Pflanzengesellschaften angegeben und sie als Grasheiden beschrieben. An und für sich kann es ja gewissermassen berechtigt sein, solche Pflanzengesellschaften »Grasheiden» zu nennen, aber Samuelsson hat infolge ihres reichlichen Vorkommens auf hohen Niveaus diesen Teil der *regio alpina* als eine besondere Region unterschieden und diese mit den von anderen Verfassern (Vestergren 1902) in verschiedenen Gebirgsgegenden aufgestellten »Grasheideregionen» verglichen. Die Grasheiden genannten Verfassers sind jedoch ganz andere Pflanzengesellschaften als Samuelssons Grasheiden. In jenen fehlen nämlich Zwergsträucher gänzlich[2] und deren floristische Zusammensetzung im übrigen ist ebenfalls verschieden von diesen. Untersucht man Samuelssons Grasheiden, so findet man, dass in der Bodenschicht Flechten eine grosse Rolle spielen, besonders *Cladonia silvatica* und *Cl. alpestris*. In den wirklichen Grasheiden dominieren Moose und die erwähnten *Cladonia*-Arten, welche keine langdauernde Schnebedeckung vertragen, fehlen oder kommen nur in vereinzelten Exemplaren vor. Die von Samuelsson aufgestellte Einteilung der *regio alpina* im Gebirge von Dalarne ist also nicht mit der Regioneinteilung dieses Verfassers in der Finse-Gegend vergleichbar und auch nicht mit der von Vestergren noch der von Heintze (1914). Die Ursache dieses Irrtums seitens Samuelsson beruht wohl vor allem auf seiner begrenzten Kenntnis

[1] Vergl. Seite 322.

[2] *Salix herbacea* ist jedoch in diesen Grasheiden eine konstante Erscheinung.

der Vegetation in anderen Gebirgsgegenden sowie auch darauf, dass er keine Gelegenheit gehabt hat, die Vegetationsverhältnisse während der Schneeschmelze zu studieren. Zu dieser Zeit lässt sich nämlich leicht feststellen, dass die grasreichen Zwergstrauchheiden zu den Pflanzengesellschaften gehören, welche am frühzeitigsten blossgelegt werden. Ungefähr erst einen Monat später beginnen die Grasheiden abzuschmelzen.

Bei der Einteilung der Zwergstrauchheiden habe ich zunächst Rücksicht auf die in der Feldschicht vorhandenen Arten genommen. Sie, wie Fries (1913) und Samuelsson (1917), nach dem Reichtum an Moosen oder Flechten zu gruppieren, scheint mir weniger geeignet, da die Übersichtlichkeit darunter leidet. Ausserdem dürfte die Ähnlichkeit z. B. zwischen moosreicher *Vaccinium myrtillus*-Heide und flechtenreicher grösser sein als zwischen den flechtenreichen Zwergstrauchheiden untereinander. Übergänge zwischen moos- und flechtenreichen Zwergstrauchheiden, mit demselben Zwergstrauch in der Feldschicht dominierend, sind sehr häufig und es dürfte in Frage gestellt werden können, ob sie nicht als eine Assoziation mit moos-, bzw. flechtenreicher Variante angesehen werden sollten. Da sie indes früher als verschiedene Assoziationen beschrieben worden sind und ich so viel wie möglich bestrebt war, bei der Begrenzung der Assoziationen eine Einheit zustande zu bringen, habe ich sie auch in dieser Arbeit getrennt gehalten. — Einen ganz neuen Einteilungsgrund hat Samuelsson (1917) für die flechtenreichen Zwergstrauchheiden gefunden, nämlich nach den dominierenden Flechten. Er unterscheidet drei Assoziationen, *Cladonia silvatica-*, *Cl. alpestris-* und *Cetraria nivalis*-Heiden, unabhängig von den in diesen vorhandenen Zwergsträuchern. Er hat auch ökologische Unterschiede zwischen diesen drei Assoziationen zu finden geglaubt. *Cladonia alpestris* sollte nämlich grösseren Nahrungsreichtum im Substrat erfordern als *Cl. silvatica* und die *Cetraria nivalis*-Heide auf den am meisten dem Winde ausgesetzten Standorten vorkommen. Dass die *Cladonia*-Arten verschiedene Forderungen an den Nahrungszugang im Substrate stellten, ist jedoch eine Angabe, die der Bekräftigung bedarf. *Cetraria nivalis* ersetzt die *Cladonia*-Arten teils auf den dem Winde exponierten Standorten, teils dort, wo die Schneebedeckung für deren Ansprüche zu lange anhält; daraus folgt, dass die *Cetraria nivalis*-Heide hauptsächlich auf höheren Niveaus vorkommt (Fig. 47). In einer Gegend wie im Dalagebirge, wo die Renntierweide höchst unbedeutend ist und die Flechten demnach ihre volle Ausbildung erreichen, kann es ja verlockend scheinen, die Assoziationen nach der Dominanz der Flechten zu unterscheiden; jedenfalls dürfte der physiognomische Unterschied zwischen einer flechtenreichen *Empetrum*-Heide und einer flechtenreichen *Vaccinium myrtillus*-Heide, wenn auch dieselbe Flechtenart vorherrscht, grösser sein als zwischen *Cladonia alpestris-* und *Cladonia silvatica*-Heiden.

Unter den Zwergstrauchheiden habe ich eine besondere Gruppe unter-

schieden, welche nur auf kalkreichen Gebieten vorkommt, und sie nach den zentralen Arten in solchen Gegenden als Zwergstrauchheiden des »*Dryas*-typus» bezeichnet. Die Zwergsträucher, welche ausser *Dryas octopetala* auf kalkreiche Gebirge beschränkt sind, sind *Rhododendron lapponicum* und *Cassiope tetragona*. Ein gemeinsamer Zug für die Pflanzengesellschaften, in welchen diese den Kern bilden, ist der Reichtum an Arten, besonders in der Feldschicht. In dieser Beziehung unterscheiden sie sich stark von den übrigen Zwergstrauchheiden; deren Artenarmut an Gefässpflanzen ist eine ihrer am meisten charakteristischen Eigenschaften.

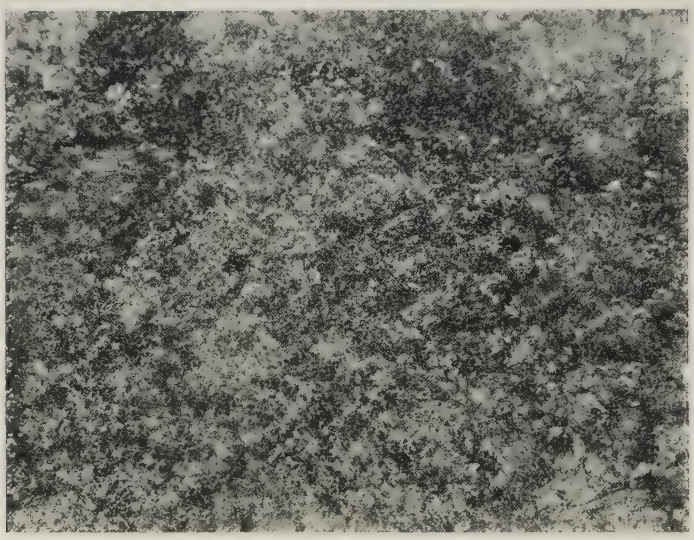


Fig. 47. *Cetraria nivalis*-Heide. Luotto, ca 1 250 m ü. d. M. Verf. phot. 22. Juli 1916.

1. Flechtenreiche Empetrum nigrum-Heide.

Zu den in dem Untersuchungsgebiet sehr allgemein vorkommenden Heiden gehört die flechtenreiche *Empetrum*-Heide. Oft nimmt sie Flächen von bedeutender Grösse ein. Ihre grösste Ausbreitung hat sie in kalkarmen Gegenden. Auf der Nordseite des Kukkesvagge, wo der Berggrund aus Syenit besteht, spielt sie deshalb eine recht grosse Rolle. Aber auch auf vielen anderen Örtern kommt sie reichlich vor. Da sie keine langdauernde Schneebedeckung verträgt, ist sie charakteristisch für schneearme Gebirge (Fries 1917). Im grossen ganzen ist das von mir besuchte Gebiet als niederschlagsreich anzusehen und dies ist einer der Gründe, weshalb die Assoziation hier nicht die grossartige Ausbreitung hat wie auf den schneearmen Urgebirgsgebieten, von wo sie von Fries (1913) und Samuelsson (1917) beschrieben wurde. Nahezu auf jedem Berg im Untersuchungsgebiete gibt es jedoch

grössere oder kleinere Flächen, die mit flechtenreicher *Empetrum*-Heide bewachsen sind. Auf Moränenhügeln und anderen trockenen glazialen und fluvioglazialen Bildungen, die auf Kalk ausgewässert sind, tritt sie regelmässig auf. Ausserdem trifft man sie oft auf s. g. Bergnasen, und auf solchen gehen sie so hoch hinauf wie überhaupt die zusammenhängende Vegetation; ein schönes Beispiel hierfür zeigt die Westseite des Berges Topekvare zwischen dem Viri- und dem Vastenjaure.

Die Artenanzahl ist besonders in der Feldschicht sehr gering. Ausser *Empetrum* kommen *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis idaea*, *Betula nana*, *Arc-*

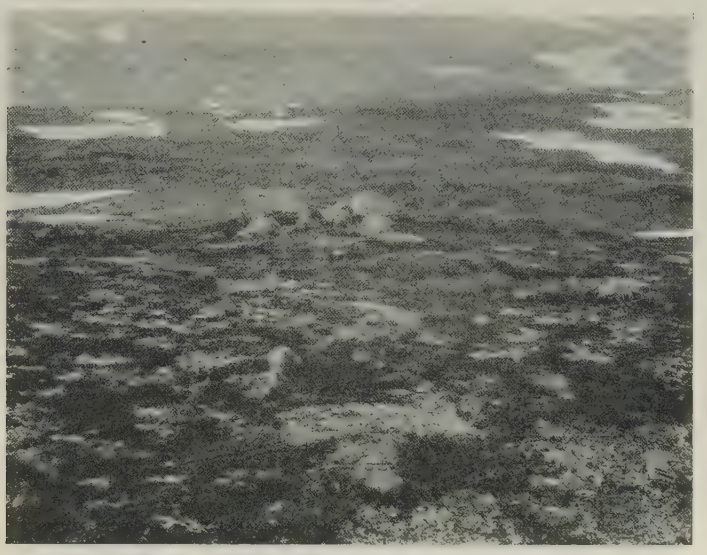


Fig. 48. Flechtenreiche *Empetrum nigrum*-Heide mit *Betula nana* auf einem Moränenhügel in der Nähe des Pelajokk, 800 m ü. d. M. Verf. phot. 20. Juli 1915.

tostaphylos alpina sowie oft *Carex rigida* und *Calamagrostis lapponica* vor. In der Bodenschicht dominieren Flechten; von diesen sind *Cladonia silvatica* und *Stereocaulon* von grösster Bedeutung, aber bisweilen kann *Cetraria nivalis* diese ersetzen (Fig. 48). Die Moose spielen gewöhnlich eine unbedeutende Rolle, unter ihnen findet man *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten sowie *Ptilidium ciliare*.

Varianten dieser Assoziation sind sehr häufig; eine solche ist die von Fries (1913) als Assoziation beschriebene *Calamagrostis lapponica*-reiche. Aber auch andere Arten, nahezu alle ebenerwähnten, können in mehr oder weniger hohem Grade der Assoziation ihren Stempel aufdrücken.

Der Standort der flechtenreichen *Empetrum*-Heide ist am öftesten eben. Die Feuchtigkeit im Substrat ist sehr unbedeutend und Humus fehlt gewöhnlich.

2. Moosreiche Empetrum nigrum-Heide.

Die moosreiche *Empetrum*-Heide hat bei weitem nicht dieselbe physiognomische Bedeutung wie die flechtenreiche, spielt aber in den subalpinen Heiden sowie unmittelbar oberhalb der Waldgrenze eine gewisse Rolle.

Die Artenzusammensetzung unterscheidet sich in der Feldschicht kaum von der der flechtenreichen *Empetrum*-Heide, aber der physiognomische Eindruck ist doch ein ganz anderer. Die Zwergsträucher wachsen nämlich oft in dichten Teppichen (Fig. 40) oder sind verhältnismässig hoch und die durch die Flechten verursachte graue Grundfarbe fehlt. Die Moose in der Boden-

Fig. 49. Moosreiche *Empetrum nigrum*-Heide. Låddepakte, 750 m ü. d. M. Verf. phot. 15. Juli 1916.

schicht wachsen oft sehr dicht und bestehen hauptsächlich aus *Dicranum*-Arten, unter denen *Jungermannia minuta* eingesprengt ist (vergl. Sernander 1898). In gewissen moosreichen *Empetrum*-Heiden kann jedoch der dichte Zwergstrauchteppich die Entstehung einer geschlossenen Bodenschicht verhindern. Flechten kommen in wechselnder Häufigkeit vor und es ist nicht so sehr deren relative Menge, sondern eher die Physiognomie der Pflanzengesellschaft, welche entscheidet, ob eine moos- oder flechtenreiche *Empetrum*-Heide vorliegt.

Die Varianten der moosreichen *Empetrum*-Heide sind ungefähr dieselben wie die der flechtenreichen. Die gewöhnlichste dürfte die *Arctostaphylos alpina*-reiche sein, welche auf subalpinen Heiden oft vorkommt (Fig. 50). Fries' (1913) moosreiche *Calamagrostis lapponica*-Heide fasse ich als eine Variante der moosreichen *Empetrum*-Heide auf.

Die Entstehungsbedingungen dieser Assoziation unterscheiden sich kaum von denjenigen der vorhergehenden. Doch ist ein Humuslager ausgebildet und die Forderung in bezug auf Schneeschutz scheint ein wenig grösser zu sein als bei jener.

3. Flechtenreiche Bryanthus coeruleus-Heide.

Die *Bryanthus*-Heiden unterscheiden sich, wenn sie nicht blühen, kaum physiognomisch von den *Empetrum*-Heiden. Anfang Juli, zur Blütezeit derselben, geben die violetten *Bryanthus*-Blumen diesen Heiden ein charakteristisches Aussehen.

Fig. 50. *Arctostaphylos alpina*-reiche Variante der moosreichen *Empetrum nigrum*-Heide. Rittok, ca 800 m ü. d. M.
Verf. phot. 11. Juli 1915.

Die Artenzusammensetzung ist in der flechtenreichen *Bryanthus*-Heide in der Feldschicht etwas abwechselungsreicher als in der *Empetrum*-Heide; die Kommensalen in der Bodenschicht sind ungefähr dieselben wie in jener. Doch spielt *Cladonia silvatica* keine so grosse Rolle, aber die Krustenflechten sind von recht grosser Bedeutung. *Empetrum* und *Betula nana* fehlen gewöhnlich in der Assoziation, aber *Vaccinium myrtillus* und *Salix herbacea* kommen oft vor.

Die Entstehungsbedingungen der flechtenreichen *Bryanthus*-Heide sind u. a. ein bedeutend längerer Schneeschutz als in den *Empetrum*-Heiden, sowie nicht ganz so grosse Trockenheit im Substrate. In ihren Forderungen an nahrungsreichen Boden sind sie entscheiden anspruchsvoller als diese. Die Assoziation ist über das ganze Untersuchungsgebiet verbreitet, bedeckt

aber selten grössere Flächen. Infolge ihrer Fähigkeit, ziemlich langdauernde Schneebedeckung auszuhalten, kommt sie auch in relativ schneereichen Gebirgen vor und erreicht nicht selten die Grenze der geschlossenen Vegetation. Die grössten zusammenhängenden flechtenreichen *Bryanthus*-Heiden habe ich im Gebiete auf den Abhängen des Pårtetjåkko beobachtet.

4. Moosreiche Bryanthus coeruleus-Heide.

Die Assoziation ist in diesem Gebiete nicht selten, nimmt aber nur kleinere Flächen ein. (Fig. 51). In ihrer floristischen Zusammensetzung in der Feld-

Fig. 51. Moosreiche *Bryanthus coeruleus*-Heide. Pårek, ca 800 m ü. d. M. Verf. phot. 3. Juli 1916.

schicht stimmt sie nahezu mit der flechtenreichen *Bryanthus*-Heide überein. In der Bodenschicht, welche gewöhnlich sehr reich ausgebildet ist, spielen dichtwachsende Moose, wie *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten, die Hauptrolle. Das Humuslager ist nicht selten bis 10 cm dick und die Feuchtigkeit in diesem recht bedeutend. Im übrigen sind sie in ihren ökologischen Forderungen den flechtenreichen ähnlich, nur dass ihr Standort sehr oft auf etwas geneigtem Boden zu finden ist. Im unteren Teile des Kukkesvagge, nahe am Letsitjaure, spielt die Assoziation auf den Moränenhügeln eine gewisse Rolle und dort dürfte sie im Gebiete am reichsten vorkommen.

5. Flechtenreiche Vaccinium myrtillus-Heide.

Besonders in den tieferen Teilen der *regio alpina* gehört die flechtenreiche Heidelbeerheide zu den am häufigsten auftretenden Heidetypen. Bisweilen

kann sie jedoch bedeutende Höhen erreichen, und ich habe sie bis 400 m oberhalb der Waldgrenze aufgezeichnet.

In der Feldschicht finden sich ausser *Vaccinium myrtillus*, oft Gräser und Kräuter wie *Festuca ovina*, *Deschampsia flexuosa*, *Solidago virgaurea*. Die in der Bodenschicht dominierenden Flechten sind *Stereocaulon* sowie *Cladonia silvatica* und andere *Cladonia*-Arten. Die spärlich vorkommenden Moose gehören zu den Gattungen *Dicranum* und *Polytrichum*. (Fig. 52).

Der Standort ist immer mehr oder weniger abfallend. Deshalb ist die

Fig. 52. Flechtenreiche *Vaccinium myrtillus*-Heide (unterst auf dem Bilde). Pelajokk, 800 m ü. d. M. Verf. phot. 20. Juli 1915.

Assoziation für moränenreiche Gegenden sehr charakteristisch. Die Feuchtigkeit im Substrate, das mit einem wenigstens einige Zentimeter dicken Humuslager versehen ist, ist unbedeutend, jedoch nicht so gering wie in der flechtenreichen *Empetrum*-Heide. Die Assoziation verträgt keine Blosslegung während des Winters und schmilzt im Frühling später ab als die *Empetrum*-Heiden. Doch ist eine allzu lang dauernde Schneebedeckung für diese Gesellschaft schädlich und *Vaccinium myrtillus* scheint sich in bezug auf die Zeit der Schneeschmelze in engen, distinkten Grenzen zu halten.

Das gesamte Areal der flechtenreichen *Vaccinium myrtillus*-Heide ist verhältnismässig unbedeutend. In sehr schneereichen Gegenden fehlt die Assoziation nahezu gänzlich.

6. **Moosreiche Vaccinium myrtillus-Heide.**

Die moosreiche *Vaccinium myrtillus*-Heide spielt in grossen Teilen des Gebietes eine bedeutende Rolle in der Zusammensetzung der *regio alpina*.

Dies ist z. B. im Rapadalen der Fall, wo bedeutende Flächen von der Waldgrenze an bis 100—200 darüber hinaus mit dieser Assoziation bedeckt sind. In der Feldschicht sind dieselben Arten wie in der flechtenreichen Heidelbeerheide vorhanden und ausserdem ist bisweilen *Vaccinium uliginosum* anzutreffen, nicht selten in ziemlich grosser Frequenz. Die Bodenschicht, in welcher *Dicranum*- und *Hylocomium*-Arten neben *Jungermannia lycopodioides* die grösste Rolle spielen, ist bald sehr gut entwickelt, bald unbedeutend, wenn die Heidelbeerzwergsträucher besonders dicht wachsen. Flechten, meistens *Cladonia*-Arten fehlen selten. Bisweilen können kurzwüchsige Individuen von *Salix glauca* oder *lanata* ziemlich reichlich auftreten, ohne dass die Zusammensetzung der Assoziation im übrigen verändert wird.

Der Standort sind ziemlich stark abfallende Berghänge. Das Humuslager ist immer kräftig ausgebildet und die Feuchtigkeit, infolge der relativ guten Bewässerung, verhältnismässig gross.

Samuelsson hat von Finse (1916) und dem Dalagebirge (1917) eine durch ziemlich reichliches *Lycopodium alpinum* charakterisierte Pflanzengesellschaft (»*Lycopodium alpinum*-Heide») beschrieben, welche zusammen mit Heidelbeerheiden auf den Abhängen unterhalb derselben auftritt und so eine Zone zwischen diesen und den Grasheiden bildet. Diese Gesellschaft scheint mir am besten als eine Variante der Heidelbeerheiden (mooss- oder flechtenreicher) gezählt werden zu können. Zu bemerken ist jedoch, dass die Art nicht selten ebenso häufig in Grasheiden vorkommt.

7. Flechtenreiche Vaccinium uliginosum-Heide.

Auf stark winderodierten Moränenhügeln findet man im Gebiete vereinzelt flechtenreiche *Vaccinium uliginosum*-Heide. Gefässpflanzen wie auch Moose sind sowohl an Zahl als auch Häufigkeit sehr spärlich. Die Gesellschaft erhält ihr charakteristisches Aussehen durch den Reichtum an schwarzen Steinflechten, unter welchen vor allem *Parmelia pubescens* und *Gyrophora proboscidea* zu finden sind. Diese Flechten bilden eine allerdings dünne Matte, welche den aus kleinen Steinen und Gries bestehenden Standort zusammenbindet und nicht selten die vereinzelten und dürftigen Zwergsträucher in der Feldschicht erstickt. Die in dieser gedeihenden Arten sind ihrem Auftreten nach ziemlich wenig konstant; nur eine, *Vaccinium uliginosum*, kommt regelmässig vor.

Ausser auf Moränenhügeln kann die Assoziation auf sehr exponierten Standorten hoch oben in der *regio alpina* auftreten. So habe ich sie auf dem Sarvatjåkko nahezu 1400 m ü. d. M. (zirka 700 m über der Waldgrenze) aufgezeichnet.

8. Flechtenreiche Diapensia-Loiseleuria-Heide.

Vestergren (1902) hat in seinem in vieler Beziehung vortrefflichen Aufsatze: »Om den olikformiga snöbetäckningens inflytande på vegetationen i Sarjekfjällen» eine ausführliche Beschreibung der, wie er sie nennt, »*Cesiolichenen*-Gesellschaft» gebracht. Diese entspricht vollständig der von mir als *Diapensia-Loiseleuria*-Heide bezeichneten Assoziation; möglicherweise gehören auch die flechtenreiche *Rhododendron*-Heide und die flechtenreiche *Dryas*-Heide zur »*Cesiolichenen*-Gesellschaft». Meine Erfahrungen in bezug auf diese Gesellschaft stimmen, ausser hinsichtlich deren Höhengrenzen, völlig

Fid. 53. Flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide. Äpartjåkko, ca 850 m ü. d. M. Verf. phot. 28. Juli 1916.

mit den Schilderungen Vestergrens überein. Vestergren hat mehrere Regionen in der *regio alpina* unterschieden, von welchen die unterste durch Weidengebüsch, Zwergstrauchheiden und Moore, die darauf folgende durch Grasheiden und *Cesiolichenen*-Gesellschaften gekennzeichnet wird. Ohne näher auf die Frage bezüglich dieser Regionen einzugehen, möchte ich behaupten, dass die *Cesiolichenen*-Gesellschaft wenigstens ebenso häufig in der erstgenannten »Region» wie in der letzteren auftritt und dass sie sich, obgleich selten, über deren obere Grenze hinaus erstreckt. Die erste Bedingung für die *Cesiolichenen*-Gesellschaft ist nämlich, wie Vestergren hervorhebt, em sehr schlechter Schneeschutz während des Winters. Auf schneearmen Gebirgen, und diese Gesellschaften treten vor allem auf solchen auf, können sie deshalb nahezu von der Waldgrenze an bis beinahe so hoch hinauf, als die geschlossene Vegetation reicht, vorkommen; sie bedecken

zwar keine grossen zusammenhängenden Flächen, aber nehmen ihrem Charakter gemäss die am meisten exponierten, also relativ kleinen Standorte ein.

Für die flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide sind, ausser *Diapensia lapponica* und *Loiseleuria procumbens*, charakteristische Kommensalen: *Vaccinium uliginosum*, *Salix herbacea*, *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos alpina*, *Luzula confusa*. Zur Bodenschicht gehören eine grosse Anzahl Flechten wie *Alectoria*-Arten, *Cetraria nivalis*, *Lecanora tartarea*, *Thamnolia vermicularis*. Unter den Moosen ist *Cesia coralloides* das am häufigsten vorkommende; ausserdem findet man vereinzelt *Polytrichum*. (Fig. 53).

Die flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide trifft man beinahe auf dem ganzen Gebiete, jedoch meist in den östlichen Teilen.

Die Standorte sind im allgemeinen die Gipfel von Moränenhügeln oder andere windexponierte Lokale, wie z. B. Windkanäle an grösseren Steinblöcken und Felsvorsprünge.

Die ökologischen Umstände, welche die Entstehung dieser Assoziation begünstigen, sind bereits berührt worden. Es wäre nur hinzuzufügen, dass das Substrat aus Sand und Steinen besteht und Humus, bis auf den sich in den *Diapensia*-Polstern sammelnden, vollständig fehlt.

Auch in der *regio subalpina* kann flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide auftreten, teils auf hohen Moränen, welche infolge ihrer Exposition waldlos sind, teils auf Standorten, welche sich nicht durch auffallend starke Windexposition auszeichnen. Dies ist z. B. der Fall in der Pårekgegend. Die dort auf kleinen Flecken in den subalpinen Heiden auftretende flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide ist zwar ihrer floristischen Zusammensetzung nach nicht völlig identisch mit den übrigen *Diapensia-Loiseleuria*-Heiden, aber eine Reihe der charakteristischen Arten sowohl in der Feld- als auch Bodenschicht sind für beide gemeinsam. Infolge gewisser Umstände, auf welche hier näher einzugehen nicht nötig ist, zumal ich die Untersuchungen dieses interessanten Vegetationstypus fortzusetzen beabsichtige, scheint es mir glaubhaft, dass diese *Diapensia-Loiseleuria*-Heide durch Frostphänomene und damit zusammenhängende Bewegungen im Boden, welche die ursprüngliche Vegetation auf dem Standort getötet haben, hervorgerufen wird. Die nun auf diesen Standorten vorkommende Vegetation dürfte deshalb von vorübergehender Natur sein, mehr kolonienartig, was auch durch die Beobachtung bestätigt wird, dass sich bisweilen dieser Gesellschaft fremde Zwergsträucher in die Assoziation eingedrängt haben, welche dadurch in eine andere Vegetation übergeht.

Zu bemerken ist, dass *Loiseleuria* und *Diapensia* nicht immer beide in der Assoziation vorkommen. Konstante Arten dagegen sind die Flechten. So hat beispielsweise Samuelsson (1917) aus Dalarne eine flechtenreiche *Loiseleuria*-Heide beschrieben, wo *Cesia* fehlt und die Flechten, insbesondere

Alectoria-Arten stark hervortreten. Solche Fälle, wo *Cesia* fehlt, wurden auch von mir beobachtet (vergl. auch Cleve 1901) und deshalb ist die Bezeichnung »*Cesiolichenen*-Gesellschaft» von Vestergren kaum passend. Die kräftige Entwickelung der Flechten in dieser Pflanzengesellschaft in Dalarne beruht sicherlich darauf, dass Renntiere in diesen Bergen beinahe fehlen, während dort, wo, wie in dem von mir studierten Gebiete, Renntierzucht betrieben wird, die flechtenreiche *Diapensia-Loiseleuria*-Heide, die eine der am frühesten schneefreien Pflanzengesellschaften ist, viel zur Renntierweide benutzt wird, weshalb auch die strauchförmigen Flechten hochgradig dezimiert werden und die mehr unzugänglichen Krustenflechten in der Mehrzahl sind.

In einem früheren Aufsatze habe ich (Tengwall 1916) darauf hingewiesen, dass die flechtenreiche *Loiseleuria*- und *Diapensia*-Heide in kalkreichen Gegenden von verhältnismässig geringer Bedeutung ist. Doch fehlt die *Diapensia-Loiseleuria*-Heide nicht gänzlich, sondern auf entkalkten Standorten sind in sonst kalkreichen Gegenden Flecken mit dieser Assoziation bedeckt. Von Interesse ist es auch, dass die Zusammensetzung der Bodenschicht in flechtenreichen *Diapensia-Loiseleuria*-Heiden und deren Stellvertreter auf kalkreichen Böden, den flechtenreichen *Rhododendron*- und *Dryas*-Heiden, konstante Verschiedenheiten aufweist.

Bisweilen können auf stark winderodierten Moränenhügeln Phanerogamen fehlen und *Cesia coralloides* nebst Flechten den Boden bedecken, wo die Deflation nicht so stark ist, dass Vegetation überhaupt fehlt. Solche Pflanzengesellschaften gibt es sogar auf stark windexponierten Plätzen in der *regio subalpina*. Die Phanerogame, welche dort der erste Pionier zu sein pflegt, ist jedoch weder *Loiseleuria* noch *Diapensia*, sondern *Juncus trifidus*. Schön entwickelt findet man solche Windblössen am unteren Teile des Rapadalen auf den dort vorhandenen hohen Moränen.

9. **Moosreiche Diapensia lapponica-Heide.**

Die moosreiche *Diapensia*-Heide ist ein in dem Untersuchungsgebiete sehr seltener Vegetationstypus. Auf dem Hochplateau des Sarekvaratj sind jedoch mehrere Hunderte von Quadratmeter grosse Flächen mit dieser Assoziation bewachsen. Sonst habe ich sie im Gebiete nur an vereinzelten Stellen gesehen.

Diapensia ist eine von unseren wenigen polsterförmigen Pflanzen und tritt als solche nur in den flechtenreichen Heiden auf; in dieser Assoziation dagegen wächst sie teppichartig und die einzelnen Individuen können bedeutende Grösse erreichen. In der Feldschicht gedeihen übrigens ungefähr dieselben Arten wie in der flechtenreichen *Diapensia-Loiseleuria*-Heide; *Pedicularis hirsuta* gehört jedoch zu den für die moosreichen charakteristischen Arten. Die Bodenschicht besteht hauptsächlich aus dichtwachsenden Moosen

und unter diesen steht *Grimmia hypnoides* an erster Stelle. Ausserdem findet man Flechten, jedoch in ziemlich geringer Häufigkeit.

Der Standort ist nicht so exponiert wie bei der *Diapensia-Loiseleuria*-Heide und auch der Schneeschutz dürfte nicht so unbedeutend sein. Die Feuchtigkeit im Substrate ist recht gross und der dicke Moosteppich trägt stark zur Erhaltung des Wassers bei.

10. Cassiope hypnoides-Heide.

Bezüglich dieser Pflanzengesellschaft hielt ich es nicht für notwendig, nicht einmal geeignet, eine flechten-, bzw. moosreiche Heide zu unterscheiden, und

Fig. 54. *Cassiope hypnoides*-Heide. Tseggok, ca 1 000 m ü. d. M. Verf. phot. 18. Juli 1914.

dies aus folgenden Gründen. Teils sind die zur *Cassiope hypnoides*-Heide gehörigen vorherrschenden Flechten Krustenflechten und spielen also nicht die physiognomische Rolle wie die strauchförmigen Flechten in den bisher behandelten Zwergstrauchheiden, teils sind die Moose selten so distinkt in der Majorität, wie in anderen moosreichen Zwergstrauchheiden. Schliesslich ist der allgemeine Eindruck einer »moosreichen» *Cassiope hypnoides*-Heide kaum von dem einer »flechtenreichen» abweichend.

Während die oben geschilderten Heiden durch eine sehr geringe Anzahl Gefässpflanzen gekennzeichnet waren, kann der Artenreichtum in dieser Heide sehr bedeutend sein. Zu den verhältnismässig konstant auftretenden gehören u. a. *Carex rigida*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*. In der Bodenschicht trifft man Moose, wie *Dicranum*-, *Polytrichum*-Arten und Lebermoose; unter

den Flechten sind *Lecanora tartarea*, *Pertusaria*-Arten sowie Becher-*Cladonien* die wichtigsten. (Fig. 54.)

Der Standort dieser Assoziation ist gewöhnlich eben oder wenig abfallend. Die Feuchtigkeit im Substrate ist zu Beginn der Vegetationsperiode bedeutend, aber etwas später im Sommer ist die Austrocknung gross. Das Humuslager ist gewöhnlich sehr unbedeutend. Eine der wichtigsten Lebensbedingungen dieser Gesellschaft ist ein guter und ziemlich lange dauernder Schneeschutz. Die *Cassiope hypnoides*-Heide gehört zu den Zwergstrauchheiden, die zuletzt blossgelegt werden, ist aber doch unzweifelhaft sowohl der Lebensform der dominierenden Art als auch ihrer Ökologie nach eine Zwergstrauchheide.

Bisweilen können bedeutende Flächen mit dieser Assoziation bewachsen sein, welche eine der am besten gekennzeichneten und besonders zur Blütezeit von *Cassiope* am leichtesten zu unterscheiden ist. Auf der Hochebene zwischen dem Vastenjaure und dem Salohaure spielt sie in der Zusammensetzung der Vegetation eine grosse Rolle und tritt im übrigen, grössere oder kleinere Areale bedeckend, überall im Gebiete auf, wo die Schneeverhältnisse für ihre Existenz günstig sind.

11. Flechtenreiche Dryas octopetala-Heide.

Wie schon in der allgemeinen Übersicht über die Zwergstrauchheiden erwähnt wurde, unterscheiden sich die Zwergstrauchheiden des »*Dryas*-Typus» von den übrigen unter anderem durch ihren Reichtum an Arten in der Feldschicht.

In der flechtenreichen *Dryas*-Heide sind die die Assoziation konstituierenden Arten durch Dürre besonders übel zugerichtet und treten in kleinen, oft verkümmerten Individuen auf. Typische Arten sind *Carex rupestris*, *Elyna myosuroides* und *Saxifraga oppositifolia*. In der selten geschlossenen Bodenschicht bilden Flechten, wie *Alectoria*- und *Cetraria*-Arten, neben reichlichen Krustenflechten die Hauptmasse; die Moose sind nur spärlich vertreten. Bisweilen kann die Bodenschicht ganz fehlen und die Feldschicht ist nur durch *Dryas* oder durch diese in Gesellschaft mit vereinzelten *Euphrasia salisburgensis* vertreten.

Die flechtenreiche *Dryas*-Heide ist nur auf das Dolomitgebirge und stark winderodierte Hügel beschränkt. Sie nimmt keine grossen Flächen ein. Die grösste zusammenhängende flechtenreiche *Dryas*-Heide, die ich in dem Gebiete gesehen habe, kommt auf dem Aranåive nördlich vom Vastenjaure sowie auf dem Tjågnoris im Sarvesvagge vor. Auf dem letzteren Berge (Bergnase) reicht sie bis zur Impedimentgrenze hinauf.

Die Hauptbedingungen dieser Assoziation sind, ausser Erfordernis von Kalk, sehr frühzeitige Blosslegung und grosse Trockenheit im Substrate.

Humus fehlt vollständig. Die ökologischen Verhältnisse ähneln in hohem Grade denen der flechtenreichen *Diapensia-Loiseleuria*-Heide.

Die flechtenreiche *Dryas*-Heide scheint überhaupt in den skandinavischen Gebirgen eine verhältnismässig geringe Rolle zu spielen, was damit zusammenhängt, dass die Dolomitgebirge im grossen ganzen in den niederschlagsreichsten Gegenden der Gebirgskette liegen. Umso eigentümlicher ist deshalb Samuelssons (1916) Angabe, dass der grösste Teil der in dem ausserordentlich schneereichen Finse-Gebiete vorkommenden *Dryas*-Heiden flechtenreich sei. Ein Studium seiner über die *Dryas*-Heiden gemachten

Fig. 55. Moosreiche *Dryas octopetala*-Heide. Snavvavagge zwischen dem Stuorra Skårkas und dem Låddepakte.

Verf. phot. 20. Juli 1916.

Standortsaufzeichnungen, welche er, nebenbei gesagt, nicht zu den Zwergstrauchheiden, sondern infolge ihres Reichtums an »leuchtenden Blüten» zu den »kräuterreichen Flechtenheiden» zählt, zeigt jedoch unmittelbar, dass im Finse-Gebiete die moosreiche *Dryas*-Heide, wie überhaupt in den Gebirgsgegenden Skandinaviens, die häufigste ist, in Finse sogar die einzig vorkommende.

12. Moosreiche Dryas octopetala-Heide.

Überall, wo *Dryas* in grösserer Menge vorkommt, gibt es moosreiche *Dryas*-Heide. In dem westlichen Gebiete ist diese Assoziation in der ganzen *regio alpina* weit verbreitet und bedeckt oft grosse Flächen; im Sarekgebiete kommt sie hauptsächlich auf hohen Niveaus (auf der kalkhaltigen

Amphibolitformation) vor und reicht oft bis zur Grenze der geschlossenen Vegetation hinauf.

In der moosreichen *Dryas*-Heide finden sich eine grosse Anzahl von Arten; von Kräutern seien besonders erwähnt: *Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis*, *Astragalus alpinus*, *Bartschia alpina*, *Polygonum viviparum;* von den Gräsern: *Carex rupestris*, *Elyna myosuroides*, *Festuca ovina* und von Zwergsträuchern *Vaccinium uliginosum*, *Salix hastata*, *S. reticulata.* (Fig. 55). In der Bodenschicht können bisweilen die Moose einen dichten, schwellenden Teppich bilden, aber oft sind sie nur in mässig hoher Frequenz. Die wichtigsten sind *Sphærocephalus turgidus*, *Hylocomium*- und *Dicranum*-Arten. Die Flechten erreichen nicht selten bedeutende Frequenz, aber der Unterschied zwischen flechten- und moosreicher *Dryas*-Heide ist trotzdem bedeutend, u. a. durch den verschiedenartigen physiognomischen Eindruck. Bisweilen kann *Dryas* in so dichten Matten wachsen, dass die Bodenschicht fehlt und von den Arten der Feldschicht kaum eine übrig bleibt; *Euphrasia salisburgensis* fehlt jedoch selten. Sowohl in den flechten- wie in den moosreichen *Dryas*-Heiden kann demnach die floristische Zusammensetzung in extremen Fällen identisch werden, was allerdings ganz verschiedene Ursachen hat. Dass der eine Typus zur moosreichen *Dryas*-Heide gehört, der andere zur flechtenreichen, zeigt deren verschiedene Physiognomie auf den ersten Blick.

In der moosreichen *Dryas*-Heide ist ein mehr oder weniger dickes Humuslager ausgebildet. Die Feuchtigkeit im Substrate ist bedeutend grösser als in der flechtenreichen Heide und der Schneeschutz besser als bei dieser. Die Abschmelzung geschieht jedoch sehr frühzeitig im Frühling.

13. Flechtenreiche Rhododendron lapponicum-Heide.

Zu den auf sehr dem Winde ausgesetzten Lokalen vorkommenden Zwergstrauchheiden gehört auch die flechtenreiche *Rhododendron*-Heide. Eine ziemlich grosse Anzahl Phanerogamen, die der »*Dryas*-Flora» angehören, kommen in dieser Assoziation vor, aber sie haben ebenso wie in der flechtenreichen *Dryas*-Heide ein sehr dürftiges Aussehen. Von den Moosen findet man besonders *Cesia coralloides* und spärliche *Dicrana*. Die Flechten sind ungefähr dieselben wie in den *Dryas*-Heiden und Krustenflechten wie *Lecanor tartarea*, *Pertusaria*-Arten und *Solorina bispora* spielen eine grosse Rolle. (Fig. 56.)

Rhododendron scheint für Kalkgehalt im Substrate nicht ganz so empfänglich zu sein wie *Dryas*, doch auf jeden Fall davon abhängig. Die flechtenreiche *Rhododendron*-Heide ist in dem westlichen Gebiete sowohl auf hohen wie tiefen Niveaus am meisten verbreitet. Im Sarekgebiete kommt sie ebenfalls und gewöhnlich in bedeutender Höhe über der Waldgrenze vor. In der *regio subalpina* ist *Rhododendron* im Untersuchungsgebiete ausserordentlich selten.

Standorte sind die Gipfel von kalkhaltigen Moränenhügeln oder andere exponierte Lokale im Hochgebirge. In bezug auf ihre Forderung an Schneeschutz, Feuchtigkeit und Abschmelzungszeit steht sie auf derselben Stufe wie die flechtenreichen *Diapensia-Loiseleuria-* und *Dryas*-Heiden. Sie gehört mit anderen Worten zu VESTERGRENS »*Cesiolichenen*-Gesellschaft».

14. Moosreiche Rhododendron lapponicum-Heide.

Der überwiegende Teil der *Rhododendron*-Heiden ist moosreich. In ihrer floristischen Zusammensetzung weicht diese Assoziation kaum von der moos-

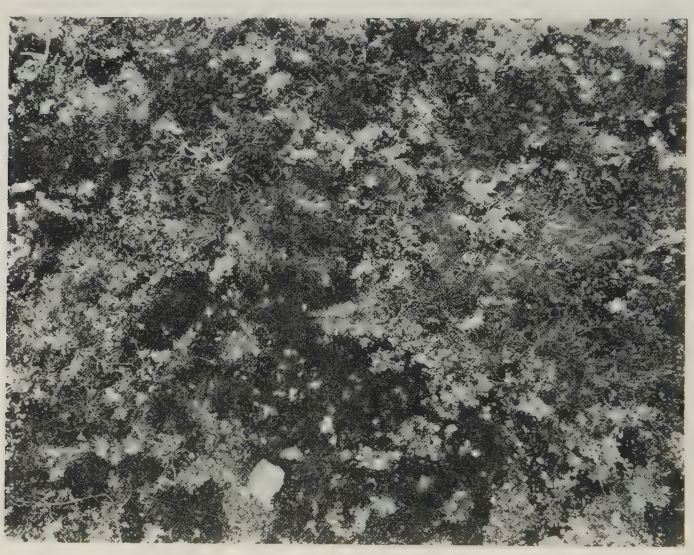


Fig. 56. Flechtenreiche *Rhododendron lapponicum*-Heide mit *Carex nardina*. Piti am Virihaure, ca 650 m ü. d. M.
Verf. phot. 19. Aug. 1915.

reichen *Dryas*-Heide ab, aber besonders zur Blütezeit des *Rhododendrons* hat sie ein sehr charakteristisches Aussehen. *Dryas* kommt oft, doch nur in unbedeutender Häufigkeit in dieser Assoziation vor und kann nicht selten fehlen. Kennzeichnend für die moosreiche *Rhododendron*-Heide sind u. a. folgende Arten: *Vaccinium uliginosum, Astragalus alpinus, Carex rupestris, Silene acaulis.* (Fig. 57). In der Bodenschicht findet man unter den Moosen *Dicrana, Grimmia hypnoides, Sphaerocephalus turgidus;* bisweilen können jedoch die Moose ziemlich schwach vertreten sein. Flechten kommen nahezu immer vor und unter diesen fehlen selten *Cetraria nivalis* und *cucculata.*

Insbesondere in der Gegend zwischen dem Virihaure und dem Sarekhochgebirge ist die moosreiche *Rhododendron*-Heide eine oft wiederkehrende Pflanzengesellschaft; sie kommt von den untersten Teilen der *regio alpina*

bis auf ziemlich bedeutenden Höhen hinauf vor, nimmt aber selten grosse Flächen ein. Das Humuslager ist gut ausgebildet und die Feuchtigkeit in diesem bedeutend. In ihren Forderungen an Schneeschutz steht die Assoziation den moosreichen *Dryas*-Heiden nahe.

15. Flechtenreiche Cassiope tetragona-Heide.

Während die vier eben beschriebenen Heiden auf Standorten mit nur unbedeutender Schneebedeckung vorkommen, gehört die flechtenreiche *Cassiope tetragona*-Heide zu den Zwergstrauchheiden, die eine langdauernde Schneedecke am besten vertragen. In dieser Beziehung sind mit ihnen unter den

Fig. 57. Moosreiche *Rhododendron lapponicum*-Heide. Unna Titir. Verf. phot. 13. Aug. 1915.

durch grössere Zwergsträucher charakterisierten Heiden auf kalkarmen Gebieten nur die *Bryanthus*-Heiden einigermassen vergleichbar.

In dem von mir untersuchten Gebiete hat *Cassiope tetragona* eine ganz eigenartige Ausbreitung, zu welcher keine der anderen Arten ein Gegenstück bietet. Sie kommt nämlich auf zwei von einander isolierten Gebieten vor, von welchen das eine sich im Kukkesvagge von dem Perikpakte und dem Äpartjåkko bis in die Gegend vom Sarektjåkko erstreckt; doch fehlt sie nahezu vollständig nördlich vom Kukkesvaggejokk. Das andere Gebiet liegt hauptsächlich im Süden vom Virihaure. Die Ursache dieser einzigartigen Ausbreitung ist wahrscheinlich in den Verhältnissen des Gebirgsgrundes zu suchen. *Cassiope tetragona* scheint nämlich im Vergleich mit *Dryas* wie *Rhododendron* weniger von kalkhaltigem Gesteine abhängig zu sein, doch nicht

so, dass sie solche entbehren kann; sie hat aber keine so grossen Bedürfnisse daran wie diese Arten (vergl. Th. C. E. Fries 1917). Im Kukkesvagge laufen Schieferlager von östlicher Fazies und südlich vom Virihaure ist die Gegend reich an hartem Schiefer, während an anderen Stellen um diesen See weiche Glimmerschiefer von westlicher Fazies dominieren (vergl. Hamberg 1910 b). Dass *Cassiope tetragona* im dazwischenliegenden Gebiete fehlt, beruht wahrscheinlich darauf, dass hier die Gesteine für *Dryas* günstiger sind.

Der Unterschied zwischen moos- und flechtenreicher *Cassiope tetragona*-Heide ist bisweilen nicht gross, aber da sie schon von Fries (1913) als getrennte Assoziationen unterschieden wurden und die physiognomische Verschiedenheit in extremen Typen bedeutend ist, habe ich sie beide aufgenommen. Auch ist die Anzahl der Phanerogamen in den flechtenreichen Heiden geringer als in den moosreichen. Für die flechtenreiche *Cassiope tetragona*-Heide sind Zwergsträucher wie *Vaccinium uliginosum, V. vitis idœa, Salix herbacea* sowie »Gräser», z. B. *Carex rigida, Luzula confusa* kennzeichnend. Unter den Flechten dominieren *Cetraria-* und *Alectoria*-Arten; Krustenflechten sind dagegen selten. Die Moose, welche sich grösstenteils um die *Cassiope*-Individuen gesammelt haben, bestehen aus *Dicranum-* und *Polytrichum*-Arten sowie Lebermoosen; aber auch zwischen den Zwergsträuchern sind Moose, besonders *Ccsia-* und *Polytrichum*-Arten zu finden.

Überall in den Gegenden, wo die Assoziation reichlich auftritt, geht sie sehr hoch auf die Berge und gewöhnlich bis zur Grenze der geschlossenen Vegetation hinauf. Dies ist auch in relativ schneereichen Gebirgen der Fall, was mit *Cassiopes* Fähigkeit, langdauernde Schneebedeckung auszuhalten, zusammenhängt. Das Humuslager ist sehr unbedeutend und meist unter den *Cassiope*-Individuen lokalisiert und die Feuchtigkeit hält sich dort etwas länger als sonst in dem aus mit Steinen vermischten Sand bestehenden Substrate.

16. **Moosreiche Cassiope tetragona-Heide.**

Die moosreiche *Cassiope tetragona*-Heide findet man unter beinahe denselben Bedingungen wie die flechtenreiche; doch scheint sie nicht so hoch ins Gebirge hinauf zu steigen wie jene. Zu dieser Assoziation gehören eine Reihe von Kräutern wie *Silene acaulis, Saxifraga oppositifolia, Polygonum viviparum:* ausserdem sind Zwergsträucher und Gräser vorhanden, unter denen man *Vaccinium uliginosum, Salix reticulata, Luzula confusa* antrifft. Die Moosdecke ist kräftig entwickelt und besteht aus *Dicranum-* und *Hylocomium*-Arten sowie oft aus *Grimmia hypnoides*. Die Flechten sind ziemlich reich vertreten, besonders *Cetraria*-Arten und *Cladonia uncialis*. (Fig. 58).

Die moosreiche *Cassiope tetragona*-Heide nimmt keine so grossen Flächen ein wie die flechtenreiche. Ihr Erfordernis an Feuchtigkeit im Substrate ist

auch grösser als das jener und der dichte Moosteppich trägt dazu bei, das Wasser zu halten. Das Humuslager ist kräftig ausgebildet, nicht selten über 10 cm dick.

C. Grasheiden.

Die hierhergehörenden Pflanzengesellschaften zeichnen sich durch in der Feldschicht dominierende Gräser und grasähnliche Pflanzen sowie durch eine reich ausgebildete, aus Moosen und Flechten bestehende Bodenschicht aus. Von »Gräsern» findet man *Anthoxanthum odoratum*, *Trisetum spicatum*,

Fig. 58. Moosreiche *Cassiope tetragona*-Heide. Äpartjåkko ca 850 m ü. d. M. Verf. phot. 28 Juli 1916.

Festuca ovina, *Deschampsia flexuosa*, *Carex rigida*, *C. Lachenalii*, *C. brunnescens*, *Nardus stricta* und *Juncus trifidus*. *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten sind unter den Moosen am häufigsten, aber auch eine nicht geringe Anzahl Lebermoose kommt vor, bisweilen sogar in hoher Frequenz. Die häufigsten Flechten sind *Cetraria islandica* und *nivalis*, *Stereocaulon*-Arten, *Cladonia uncialis*, sowie Krustenflechten, besonders *Pertusaria*-Arten.

Unter den Grasheiden können zwei getrennte Haupttypen unterschieden werden. Die erstere habe ich infolge ihrer zeitigen Abschmelzung Zwergstrauchheidenaequivalente, die letztere Grasheiden in engerem Sinne genannt. Die Verschiedenheit zwischen diesen macht sich in der Bodenschicht besonders stark geltend. Die Zwergstrauchheidenaequivalente treten nahezu

immer auf sehr hohen, früh schneefreien Lokalen auf, während die übrigen erst sehr spät im Sommer abschmelzen. Ihre Vegetationsperiode beträgt im allgemeinen nicht mehr als zwei Monate.

Neben den Zwergstrauchheiden sind die Grasheiden diejenigen Pflanzengesellschaften, welche die grössten Areale der *regio alpina* bedecken. Die von diesen bewachsenen Flächen dürften etwa 15 % der *regio alpina fertilis* ausmachen. Unterhalb der Waldgrenze dagegen sind sie selten.

In jeder der zwei Haupttypen der Grasheiden kann ein »*Dryas*-Typus» unterschieden werden. Die zu den Zwergstrauchheidenaequivalenten gehörigen Assoziationen sind *Elyna myosuroides*-Heide und *Carex rupestris*-Heide; die spät abschmelzende habe ich *Dryas*-Grasheide genannt.

a) ZWERGSTRAUCHHEIDENAEQUIVALENTE.

Die in diesen Assoziationen dominierenden »Gräser» sind *Carex rigida*, *Juncus trifidus*, *Luzula confusa*, *Calamagrostis lapponica*, *Poa arctica* und die schon erwähnten *Elyna myosuroides* und *Carex rupestris*.

In dieser im grossen ganzen sehr niederschlagsreichen Gegend spielen diese Pflanzengesellschaften eine nur unbedeutende Rolle. Infolgedessen ist meine Erfahrung bezüglich dieser nicht sehr gross. Im allgemeinen nehmen sie keine grossen Flächen ein, sonden bekleiden nur den Gipfel eines Hügels oder einen stark dem Winde ausgesetzten Vorsprung. Die vielleicht am meisten charakteristische dieser Zwergstrauchheidenaequivalente ist die *Poa arctica*-Heide. Oft ist *Poa arctica* die einzige Art in der Feldschicht, aber auch andere Arten, z. B. *Calamagrostis lapponica*, können dazwischen vorkommen. In der Bodenschicht sind *Hylocomium proliferum* und *H. parietinum* nahezu konstant. — In bezug auf die übrigen Pflanzengesellschaften dieser Gruppe habe ich meines Erachtens kaum genügend gesehen, um die Aufstellung neuer Assoziationen zu wagen. Die zwei Heiden des *Dryas*-Typus dürften doch ohne Zaudern als sichere Assoziationen aufgenommen werden können. Besonders die *Elyna*-Heide habe ich auf dem grossen Rullstensås am Mattåive grosse Flächen bedecken gesehen.

b) GRASHEIDEN IN ENGEREM SINNE.

1. Anthoxanthum odoratum-Grasheide.

Diese Assoziation zeichnet sich durch ihren Reichtum an *Anthoxanthum odoratum* in der Feldschicht aus, ausser diesem sind darin *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis borealis*, *Carex brunnescens*, *C. rigida* vorhanden. *Gnaphalium norvegicum* ist eines der Kräuter, welches selten fehlt und oft in bedeutender Menge vorkommt. In der Bodenschicht spielen Flechten und Moose eine ungefähr gleich grosse Rolle; unter den ersteren findet man *Stereocaulon* sowie Becher-*Cladonien*, unter den letzteren *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten.

Die *Anthoxanthum*-Heide bedeckt selten grosse Flächen, aber sie ist nichtsdestoweniger eine der am häufigsten vorkommenden Assoziationen. Auf den Abhängen der Moränenhügel und auf anderen Standorten, wo flechten- oder moosreiche *Vaccinium myrtillus*-Heide auftritt, nimmt die *Anthoxanthum*-Heide oft den ummittelbar unterhalb dieser liegenden Boden ein. Ihr Standort ist zwar einige Zeit nach der Schneeschmelze sehr trocken, aber infolge der Neigung desselben ist die Bewässerung bei eintreffendem Niederschlag ziemlich gut. Dies erklärt den mesophilen Einschlag, die bisweilen ziemlich reichlich vorkommenden Kräuter, in der *Anthoxanthum*-Heide. Von bemerkenswerten Varianten findet man die *Gnaphalium norvegicum*-reiche (Fig. 59),

Fig. 59. *Anthoxanthum odoratum*-Grasheide mit *Gnaphalium norvegicum*. Ivarlako. Verf. phot. 4. Aug. 1918.

die *Deschampsia flexuosa*-reiche, oft mit glechzeitig reichlicher *Solidago virgaurea*, sowie die *Carex brunnescens*-reiche, welche auf wenig abfallendem Boden auftritt, wo sich das abrinnende Wasser sammelt.

2. Trisetum spicatum-Grasheide.

Auch diese Assoziation gehört wie die *Anthoxanthum*-Heide zu den mesophilen Grasheiden. Eine Mehrzahl Kräuter kommen nämlich in dieser vor, doch nicht in nennenswerter Menge. Ausser *Trisetum* findet man oft *Carex rigida* und *C. Lachenalii* eingesprengt. Die Bodenschicht ist hauptsächlich aus Moosen gebildet, von denen ein grosser Teil Lebermoose sind. Die Flechten dagegen sind entschieden in der Minderheit.

Der Standort der *Trisetum*-Heide ist immer wenigstens schwach abfallend

und die Bewässerung während des ersten Teiles der Vegetationsperiode ziemlich reichlich, später im Sommer ist jedoch das Substrat sehr trocken. — Die Assoziation steht ihren ökologischen Bedingungen nach der *Anthoxanthum*-Heide nahe, schmilzt aber etwas später hervor als diese. Wie diese bedeckt sie nicht grosse Flächen und kommt hauptsächlich recht hoch oben in der *regio alpina* vor.

3. Nardus stricta-Grasheide.

Während diese Pflanzengesellschaft in unseren südlichen Gebirgsgegenden eine grosse Rolle spielt und oft bedeutende Flächen einnimmt, ist sie in dem hier untersuchten Gebiete, wie überhaupt in den nordschwedischen Gebirgen, eine grosse Seltenheit. Die grössten damit bewachsenen Flächen habe ich auf dem Berge Mattåive, unmittelbar ausserhalb des Sarekgebietes gesehen. Ausserdem gibt es hier und da in der *regio alpina* kleine Flecken *Nardus*-Heide, vielleicht am meisten in den westlichen Bergen.

Sehr oft ist *Nardus* nahezu die einzige Konstituente der Assoziation, und sogar die Bodenschicht fehlt. In der extremen Ausbildungsform, in welcher die Assoziation in den mittelschwedischen Gebirgsgegenden zu finden ist, kommt sie im Gebiete kaum vor.

Der Standort ist gewöhnlich nur unbedeutend geneigt und die Wasseransammlung, besonders im Vorsommer, dürfte für die Enstehung der *Nardus*-Heide eine gewisse Rolle spielen. Der oberste Teil des Substrates wird von einem kräftigen Humuslager gebildet.

4. Juncus trifidus-Grasheide.

Wie bereits erwähnt wurde, gehört *Juncus trifidus* zu den alpinen Arten, die sowohl auf frühzeitig als auch auf spät schneefreien Standorten vorkommen. Bei der Behandlung der Zwergstrauchheidenaequivalente wurde eine *Juncus trifidus*-reiche Pflanzengesellschaft erwähnt, welche zeitig blossgelegt wird. Von dieser unterscheidet sich die *Juncus trifidus*-Grasheide, ausser durch ihre floristische Zusammensetzung, durch ihre bedeutend spätere Abschmelzungszeit.

Unter den Grasheiden wird indes die *Juncus trifidus*-Heide zuerst schneefrei. Deshalb weist sie in vielen Beziehungen Eigenschaften auf, welche sie von den übrigen Grasheiden unterscheiden. In der Feldschicht kommen nicht selten Zwergsträucher, wie *Bryanthus coeruleus*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idaea* vor, doch nur in geringer Menge (Fig. 60). Solche Arten wie *Empetrum nigrum* und *Betula nana*, welche keine langdauernde Schneebedeckung vertragen, sind dagegen der *Juncus trifidus*-Heide fremd.[1] Auch

[1] Die von FRIES (1913) mitgeteilte Standortsaufzeichnung über die *Juncus trifidus*-Grasheide stammt sicher von einer zeitig blossgelegten Pflanzengesellschaft (*Empetrum*-Heide). Die von ihm gegebene Beschreibung über die »flechtenreiche *Juncus trifidus*-Heide» stimmt jedoch mit der hier mitgeteilten überein, weshalb als sicher angenommen werden darf, dass dieselbe Assoziation gemeint ist.

die Zusammensetzung der Bodenschicht ist von derjenigen der übrigen Grasheiden verschieden, indem u. a. *Cladonia silvatica* verhältnismässig häufig vorkommt. Die Grenze für die Schneegeduld dieser Art ist demnach in der *Juncus trifidus*-Heide noch nicht erreicht, sie dürfte aber wenig ausserhalb derselben liegen.

Unter den für die *Juncus trifidus*-Heide charakteristischen Kommensalen verdienen *Hieracium alpinum* (Fig. 61), *Trientalis europaea* und *Festuca ovina* genannt zu werden. Insbesondere die erstgenannte gibt zur Blütezeit, oft zusammen mit *Solidago virgaurea* und *Viscaria alpina*, der Assoziation

Fig. 60. *Juncus trifidus*-Grasheide. A. Roman phot. 1904.

eine ausgeprägte Physiognomie. Die von Fries (1913) aufgestellte Assoziation, »kräuterreiche Flechtenheide» halte ich für eine Variante der *Juncus trifidus*-Heide, in der die Kräuter dominieren. Beachtenswert ist das reichliche Vorkommen von *Erigeron uniflorus* in der von ihm gemachten Standortsaufzeichnung, was in dieser Assoziation in dem von mir untersuchten Gebiete nicht angetroffen wird.

Der Standort der *Juncus trifidus*-Heide ist gewöhnlich eben und das Substrat sehr trocken. Auf Gebirgsebenen und in breiten Tälern können deshalb grosse Flächen von dieser bedeckt sein. Dies ist z. B. der Fall auf dem Tåresåive, Unna Jerta, auf der Ostseite des Kaskasatjåkko sowie im Kukkesvagge. Auf dem ersten Berge kommt *Alchemilla alpina*, die übrigens im Gebiete eine Seltenheit ist, reichlich in der Assoziation vor, gehört aber ausserdem allgemein zu den *Vaccinium myrtillus*-Heiden.

5. Carex rigida-Grasheide.

Wie die *Juncus trifidus*-Heide gehört diese Assoziation zu den xerophilen Grasheiden. In der Feldschicht dominieren *Carex rigida* und die konstant

auftretende *Salix herbacea*; die übrigen Arten dagegen sind von unbedeutender physiognomischer Bedeutung und kommen nur in geringer Anzahl vor.

Die Bodenschicht ist immer sehr reich ausgebildet und in dieser haben die Moose den grössten Anteil. Charakteristisch ist der oft sehr dichte und schwellende Moosteppich, in welchem die verschiedenen Arten durch einander wachsen. *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten sowie unter diese gemischte Lebermoose (meist *Jungermanniae*) spielen die grösste Rolle. Flechten kommen immer aber in ziemlich geringer Frequenz vor; *Cetraria islandica* gehört zu denjenigen, die selten fehlen (Fig. 62).

Fig. 61. *Juncus trifidus*-Grasheide mit blühendem *Hieracium alpinum*. Ivarlako. Verf. phot. 4. Aug. 1918.

Die *Carex rigida*-Heide wächst auf ebenen Standorten, wo der Schnee relativ spät abschmilzt, später als in der *Juncus trifidus*-Heide. Die Feuchtigkeit im Substrate ist infolge der Fähigkeit des dichten, bisweilen 10—15 cm tiefen Moosteppichs, das Wasser zu behalten, recht bedeutend. Die Assoziation gehört zu den am meisten verbreiteten Grasheiden; besonders häufig findet man sie auf den hochalpinen Ebenen und in hoch liegenden Tälern. Auf dem Luotto zwischen dem Njåtsosvagge und dem Sarvesvagge nimmt sie bedeutende Flächen ein, ebenso auf der Gebirgsebene östlich vom Virihaure.

6. **Carex rigida—C. Lachenalii-Grasheide.**

Es kann vielleicht überflüssig scheinen, diese Pflanzengesellschaft als besondere Assoziation anstatt sie als Variante unter die *Carex rigida*-Heide

aufzunehmen. Jedoch ist ihre Physiognomie und Artenzusammensetzung sowohl in der Feld- als auch in der Bodenschicht wesentlich von jener verschieden und die Existenzbedingungen derselben sind andere. Die *Carex rigida—C. Lachenalii*-Heide ist nämlich hinsichtlich der Abschmelzungszeit unter den Grasheiden die am meisten extreme und nähert sich in dieser Beziehung den Schneebodengesellschaften. Ferner ist die Feuchtigkeit im Substrate entschieden grösser als in den beiden eben geschilderten Grasheiden.

In der Feldschicht spielen *Carex rigida* und *C. Lachenalii* zusammen mit *Salix herbacea* die Hauptrolle. Die Vegetation der Bodenschicht besteht

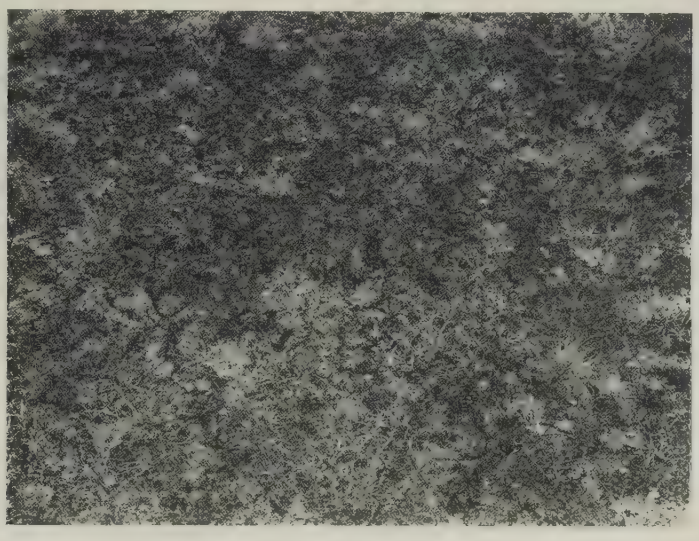


Fig. 62. *Carex rigida*-Grasheide. Njåtsosvagge unterhalb des Tjågnoris ca 1 000 m ü. d. M. Verf. phot. 20. Juli 1914.

hauptsächlich aus Lebermoosen wie *Cesia concinnata, Anthelia*; ausserdem kommen hierzu *Polytrichum*-Arten und spärlicher *Dicrana*. Die Flechten, welche bisweilen fehlen können, sind durch Erd- und Krustenflechten vertreten.

Die Assoziation tritt gewöhnlich zusammen mit *Carex rigida*-Heide auf, aber auf Standorten, wo der Schnee noch länger als bei dieser liegen bleibt. Während des ersten Teiles der Vegetationsperiode scheint reichlicher Zufuhr von Schmelzwasser, das infolge der Beschaffenheit des Standortes nur langsam abläuft, ein wichtiger Faktor für die Entstehung der Gesellschaft zu sein. Humusbildung findet nicht statt, das Substrat besteht vielmehr aus reiner Mineralerde.

Die *Carex rigida—C. Lachenalii*-Heide dürfte diejenige Grasheide sein, welche das grösste Areal einnimmt, und kommt unmittelbar oberhalb der Waldgrenze bis hoch hinauf in die *regio alpina* vor. Am reichlichsten

tritt sie jedoch auf den hoch gelegenen Gebirgsebenen auf, aber man findet sie auch in schneereichen Gegenden auf tieferem Niveau, wie in dem breiten Tal zwischen dem Sarvatjåkko und dem Pelatjåkko, wo sie grosse Flächen bedeckt.

7. Dryas-Grasheide.

Die Bennenung Grasheide ist für diese Assoziation vielleicht nicht die beste, da »Gräser» bisweilen sehr schwach vertreten sind.

Das Charakteristischste für die *Dryas*-Grasheide, wie überhaupt für die

Fig. 63. *Dryas*-Grasheide mit reichlicher *Silene acaulis*. Unna Rissavare ca 850 m ü. d. M. Verf. phot. 6. Aug. 1913.

Pflanzengesellschaften des »*Dryas*-Typus» ist der Reichtum an Arten, besonders Kräuter. Kennzeichnend für diese Assoziation sind *Silene acaulis* (Fig. 63), *Saxifraga oppositifolia*, *Thalictrum alpinum*, *Trisetum spicatum*, *Alsine biflora*, *Erigeron uniflorus* sowie *Salix herbacea*. *Dryas octopetala* dagegen kommt in dieser Assoziation nicht vor, sie gehört nämlich zu den Arten, welche eine nicht einmal mässig langdauernde Schneebedeckung vertragen. In der Bodenschicht trifft man Moose an, meistens *Dicranum*-Arten, und ziemlich reichliche Flechten, darunter *Cetraria islandica* sowie Krustenflechten. Durch die reichlich vorkommenden Kräuter empfängt man vielleicht die Auffassung, dass die *Dryas*-Grasheide eigentlich als Wiese zu betrachten sei. Untersucht man diese aber genauer, findet man, dass die meisten Ver-

treter der Gruppe xerophile Kräuter sind. In den wirklichen Wiesen dagegen herrschen mesophile Kräuter vor. Durch die zahlreichen Kräuter und den verhältnismässig grossen Reichtum an Flechten würde die *Dryas*-Grasheide möglicherweise die Bezeichnung »kräuterreiche Flechtenheide» verdienen, da aber diese Name bereits von anderen Verfasern (Fries 1913, Samuelsson 1916) für weit verschiedene Pflanzengesellschaften benutzt worden ist, hielt ich es für das Beste, die Verwirrung durch Aufstellung eines weiteren Typus mit diesem Namen nicht zu vermehren. Meine Auffassung betreffs der »kräuterreichen Flechtenheide» von Fries habe ich bereits geäussert. Samuelsson hat in seiner Arbeit aus Finse (1916) als solche gewisse flechten- und moosreiche Pflanzengesellschaften zusammengestellt, deren Feldschichte einen Reichtum an »leuchtenden Blüten» aufweisen. Irgend einen anderen gemeinsamen Zug, der deren Vereinigung zu einer Assoziation motivieren könnte, habe ich nicht entdecken können. Tatsächlich zeigen die mitgeteilten Standortsaufzeichnungen, dass in den »kräuterreichen Flechtenheiden» von Samuelsson Pflanzengesellschaften zu finden sind, die sowohl zu den Zwergstrauch- als auch zu den Grasheiden und Wiesen gehören. Infolge gewisser Ähnlichkeiten mit Vestergrens *Cesiolichenen*-Gesellschaft in der Zusammensetzung der Bodenschicht, glaubt Samuelsson diese mit den in Finse vorkommenden Pflanzengesellschaften identifizieren zu müssen. Wie Fries (1917) bereits nachgewiesen hat, ist dies fehlerhaft, und Samuelsson selbst ist in einer späteren Arbeit (1917) teilweise davon abgekommen und erklärt die »kräuterreiche Flechtenheide» als eine hochalpine Schieferfazies der *Cesiolichenen*-Gesellschaft. Auch dies stimmt kaum mit den wirklichen Verhältnissen überein; so ist z. B. die *Cassiope hypnoides*-Heide, welche dieser Verfasser nach einer mitgeteilten Standortsaufzeichnung hierzu zählt, sowohl auf Urgestein als auch auf Schiefer anzutreffen. Übrigens deutet keine einzige der gemachten Standortsaufzeichnungen über seine »kräuterreichen Flechtenheiden» darauf hin, dass diese entweder physiognomische oder ökologische Übereinstimmungen mit Vestergrens *Cesiolichenen*-Geschellschaft hätten. Diese zeichnet sich, wie bereits erwähnt wurde, durch ihren Mangel oder durch grosse Armut an Kräutern und sehr zeitige Blosslegung aus; bei den von Samuelsson beschriebenen und mit dieser verglichenen Pflanzengesellschaften ist gerade das Gegenteil der Fall.

In dem Untersuchungsgebiete kommt die *Dryas*-Grasheide hauptsächlich in den westlichen Teilen vor. Die kalkreichen Gesteine spielen, wie schon hervorgehoben wurde, in diesen eine weitaus grössere Rolle als in dem östlichen Gebirge. Besonders schöne *Dryas*-Grasheide, welche grosse Flächen bedeckt, habe ich auf dem Tjågnoris zwischen dem Sarvesvagge und dem Njåtsosvagge gesehen. Im übrigen kommt sie überall vor, wo *Dryas* in grösserer Menge auftritt und der Schnee relativ spät abschmilzt.

Die Bedingungen für die Entstehung der *Dryas*-Grasheide sind eine mäs-

sig langdauernde Schneedecke sowie verhältnismässig guter Wasserzugang während der ersten Hälfte der Vegetationsperiode. Später im Sommer trocknet der Standort aus, aber die Feuchtigkeit in dem 3—4 cm dicken Humuslager ist jedoch relativ gross.

Anhang zu den Grasheiden.

Schneebodengesellschaften.

Die Schneebodengesellschaften bilden die Gruppe, wo sich die Feldschichtformationen, so zu sagen, begegnen. Gewisse von ihnen haben »Verwandtschaft» mit den Wiesen, andere mit den Heiden oder Mooren, aber bei einigen ist es nahezu unmöglich zu entscheiden, wozu man sie rechnen soll. Da es unter den Grasheiden eine grosse Anzahl Assoziationen gibt, die ihre Enstehung einer langdauernden Schneebedeckung verdanken, hielt ich es für das Beste alle Schneebodengesellschaften als einen Anhang zu diesen anzuführen. Ausser diesen spät abschmelzenden Pflanzengesellschaften, habe ich hier sämtliche *Salix herbacea*-Gesellschaften ungeachtet der Zeit ihrer Blosslegung aufgenommen. Es dürfte nämlich fehlerhaft sein, unter der *Salix herbacea*-Heide nur infolge ihrer ungleichzeitigen Abschmelzung verschiedene Assoziationen zu unterscheiden. Es gibt auf sehr hohen Niveaus *S. herbacea*-Heiden, die recht zeitig blossgelegt werden, aber die hohe Lage im Verein mit dem Risiko eines plötzlichen Schlusses der Vegetationsperiode durch eventuellen Schneefall dürfte Lebensbedingungen zustande bringen, welche in hohem Grade denen der spät schneefrei werdenden *S. herbacea*-Heiden ähnlich sind. Im übrigen ist die physiognomische und floristische Übereinstimmung zwischen diesen sehr gross und es sind alle Übergänge vorhanden.

Ein gemeinsamer Zug für alle zu dieser Gruppe gehörenden Pflanzengesellschaften ist die schlechte Ausbildung der Feldschicht auf Kosten der Bodenschicht. In der ersteren gedeihen eine Reihe von Gräsern, Halbgräsern und Kräutern sowie *Salix herbacea* und *S. polaris*. Die Hauptmasse der Bodenschicht besteht aus Moosen, besonders Lebermoosen, wie *Anthelia-*, *Cesia-*, *Jungermannia-* und *Cephalozia*-Arten, und Arten der Gattungen *Polytrichum* und *Pohlia*. Die Flechten sind entschieden in der Minderheit und werden durch Erd- und Krustenflechten vertreten. Die Schneebodengesellschaften sind, wie gesagt, keine »natürliche» Gruppe sondern gehören getrennten Formationen an. Frühere Verfasser, welche Assoziationen dieser Art beschrieben haben, führten gewisse langdauernder Schneebedeckung ausgesetzte Gesellschaften zur Heideserie, andere wiederum zur Wiesenserie. So zählt Fries (1913) die »lebermoosreiche *Salix herbacea*-Assoziation» zu den (Flechten-)Heiden und zur Wiesenserie die »*Ranunculus nivalis*-Wiese»,

die »*Ranunculus glacialis*-Wiese», die »*Phippsia algida*-Wiese» und die »reinen Lebermoosassoziationen». Zweifelsohne hatte eine solche Einteilung gewisse Berechtigung, aber teils existieren verschiedene andere Schneebodengesellschaften und teils dürften die »reinen Lebermoosassoziationen» mit ebenso gutem Recht zur Heideserie als zur Wiesenserie geführt werden können. Samuelsson (1916) meinte, gestützt auf gewisse Beobachtungen bei Finse in Hardanger, durch das Vorkommen gewisser Moose bestimmen zu können, welche Schneebodengesellschaften zu den Wiesen, bzw. Heiden gehörten. Seiner Meinung nach sollten also *Pohlia*- sowie *Amblystegium*-Arten nebst einigen Lebermoosen für »Wiesen» charakteristisch sein; *Cesia* und *Anthelia*, neben *Polytrichum*-Arten und *Oligotrichum incurvum* seien dagegen Vertreter der »Heiden». In einer späteren Arbeit hat derselbe Verfasser (1917) seine Meinung jedoch etwas modifiziert und es scheint, als ob nahezu jedes Schneeboden-Moos sowohl in seinen »Wiesen» als auch in seinen »Heiden» vorkommen könne. Die einzigen Arten, welche auf die »Wiesen» begrenzt seien, wären *Pohlia Weigelii* und gewisse *Amblystegia*; an den »Heiden» dagegen sei kein besonders charakteristisches Moos vorhanden. Samuelsson scheint seine Einteilung auf die Beobachtung gegründet zu haben, dass in solchen Moosgesellschaften die *Pohlia*-Arten am liebsten in der Nähe von kleinen Erosionsfurchen wachsen, wo Zugang an säurereichem Wasser vorhanden ist, und die Lebermoose hauptsächlich zwischen den Erosionsfurchen, wo das Substrat trockener ist. In Wirklichkeit ist also seine Einteilung auf ökologische Faktoren gegründet. Doch dürften die Verhältnisse nicht so schematisch sein, wie sie Samuelsson skizziert hat. *Pohlia*-Arten [1] können auf dem trockensten Substrate wachsen und *Anthelia* sowie andere Lebermoose kommen oft vor, wo während der ganzen Vegetationsperiode Zugang an Schmelzwasser vorhanden ist. Nicht selten sieht man auf lange mit Schnee bedeckten Böden Flächen mit *Salix herbacea* und *Pohlia* oder *Amblystegium* bewachsen. Solche Gesellschaften wären also nach Samuelssons Meinung Wiesen. Aber eine aus einem Zwergstrauch und Moosen bestehende »Wiese» dürfte kaum in einem pflanzengeographischen System vorkommen, jedenfalls nicht in dem Nilssonschen.

Die Gründe, welche mich veranlassten, alle die langanhaltender Schneebedeckung ausgesetzten Pflanzengesellschaften in eine Gruppe zusammenzufassen, sind rein praktischer Art. Es scheint mir nämlich übersichtlicher sie nebeneinander zu stellen, als sie da und dort im Systeme unterzubringen, vielleicht oft mit grossem Zaudern. In den Fällen, wo Ursache dazu vorliegt, habe ich für die betreffende Assoziation angegeben, mit welchen Formationen sie die grösste Übereinstimmung aufweist. In bezug auf die Phanerogamen, welche zur Schneebodenserie gehören, kann es oft äusserst schwierig sein,

[1] *Pohlia Weigelii* ist eine so seltene Art, dass eine auf ihr Vorkommen oder Fehlen gegründete Einteilung völlig illusorisch wird.

zu entscheiden, ob sie Heide- oder Wiesenpflanzen sind; *Ranunculus glacialis* und *R. nivalis* sind beides Arten, welche sowohl in Fries' als auch in Samuelssons Wiesen vorkommen und langdauernde Schneebedeckung sehr gut aushalten. Im Frühling treten sie jedoch in zeitig abgeschmolzenen Zwergstrauchheiden auf, *Ranunculus glacialis* sogar auf winderodierten Böden. Sie verwelken kurz nach der Blüte, weshalb dieses ihr Vorkommen kaum bekannt ist.

Auch unter den Schneebodengesellschaften kann eine Gruppe unterschieden werden, die nur auf kalkreichen Böden vorkommt. Diese ist jedoch nicht so wohl von gewissen anderen Schneebodengesellschaften abgegrenzt, wie dies mit Assoziationen des »*Dryas*-Typus» in den übrigen Formationen der Fall ist. Dies hängt mit der begrenzten Anzahl Arten der Schneebodengesellschaften zusammen, welche ausserdem oft in mehreren, zu diesen gehörenden Assoziationen eingehen. Da ich bei der Begrenzung der Assoziationen von dem Prinzip ausgegangen bin, das Aufstellen zweifelhafter Assoziationen zu vermeiden und soweit wie möglich Pflanzengesellschaften, die mir nur als extrem ausgebildete Varianten erschienen, zusammenzuführen, ist es nicht ausgeschlossen, dass die Zahl der Schneebodengesellschaften zu klein ausgefallen ist. Meine Untersuchungen über diese interessante Vegetation sind übrigens noch nicht abgeschlossen. Mit der Begrenzung, die ich den Schneebodengesellschaften hier gegeben habe, dürfte ihr gesamtes Areal ungefähr 5—10 % der Vegetation der *regio alpina fertilis* ausmachen. Unterhalb der Waldgrenze sind Pflanzengesellschaften dieses Typus äusserst selten.

1. Dryas-Schneeboden.

Der *Dryas*-Schneeboden kann als eine *Dryas*-Wiese angesehen werden, wo die langdauernde Schneebedeckung die Existenz einer Reihe Arten auf Kosten anderer verhindert hat. So wurde sie auch von Fries aufgefasst, der sie als eine »*Polygonum viviparum*-Wiese» mit aussergewöhnlich langedauernder Schneebedeckung beschreibt. Charakteristische Arten dieser Assoziation sind *Saxifraga oppositifolia, Cerastium arcticum, Salix polaris, S. herbacea, Silene acaulis;* gewisse Arten haben hier ihr hauptsächliches und typisches Vorkommen, z. B. *Antennaria carpatica, Draba alpina, Erigeron unalaschkensis* (Fig. 64). Die Bodenschicht besteht hauptsächlich aus Moosen, wie *Pohlia-* und *Amblystegium*-Arten. Die Feuchtigkeit ist in der Regel ziemlich bedeutend, und der Standort mehr oder weniger geneigt. Das Humuslager ist, wie überhaupt in den Schneebodengesellschaften, unbedeutend, oder fehlt.

Besonders in den schneereichen Gebirgsgegenden um den Virihaure und den Vastenjaure herum spielt diese Assoziation in der Zusammensetzung der Vegetation der *regio alpina* eine grosse Rolle; ganze Berghänge können damit be-

wachsen sein. Im Sarekgebiete selbst ist der *Dryas*-Schneeboden dagegen selten, ausser in dessen westlichen Ausläufern, wo kalkreiche Gesteine reichlich auftreten.

2. Saxifraga-Schneeboden.

Auch diese Assoziation kommt in physiognomischer und ökologischer Beziehung den Wiesen nahe. Übrigens hat sie viele gemeinsame Züge mit dem *Dryas*-Schneeboden, aber man trifft sie im Gegensatz zu diesem auch auf zeimlich kalkarmen Gesteinen. Ihren Namen hat die Assoziation infolge des oft reichlichen Auftretens von *Saxifraga*-Arten in derselben erhalten. In ihren schönsten Ausbildungsformen beherbergt die Gesellschaft nämlich

Fig. 64. *Erigeron unalaschkensis* in der *Dryas*-Schneebodengesellschaft. Stuor Rissavare. Verf. phot. 16. Juli 1916.

folgende Arten dieser Gattung: *S. cernua*, *S. stellaris*, *S. stellaris* v. *comosa*, *S. tenuis*, *S. rivularis;* auf Kalk kommt ausserdem oft *S. oppositifolia* hinzu. Andere regelmässig vorkommende Arten sind *Oxyria digyna*, *Ranunculus nivalis* und *R. pygmaeus*. Die Bodenschicht hat eine sehr variierende Zusammensetzung; bald können Laubmoose, wie *Pohlia*- und *Amblystegium*-Arten vorherrschen, bald ist sie grösstenteils aus Lebermoosen gebildet, von welchen besonders *Anthelia nivalis* sowie *Marsupella*-Arten vorkommen. Auch Flechten sind zu finden, doch nur in unbedeutender Menge.

Bisweilen können andere Arten als *Saxifragae* der Assoziation ihren Stempel aufdrücken. Eine so entstandene Variante ist die *Ranunculus nivalis*-reiche (als Assoziation bei Fries 1913), eine andere die *Oxyria*-reiche.

Der Standort ist gewöhnlich geneigt und die Bewässerung wenigstens

zeitweise sehr gut. Humus fehlt gewöhnlich. Nicht selten ist der Standort sehr steinig und die Bodenschicht kommt kaum zur Entwickelung. Unter solchen Umständen erinnert die Assoziation an Kolonievegetation, ohne dass sie ein solche ist. So lange sich die ökologischen Faktoren nicht ändern, bleibt die Artenzusammensetzung konstant, während das prinzipiell wichtige im Begriffe Kolonievegetation gerade in deren ephemärer Natur liegt.

Der *Saxifraga*-Schneeboden bedeckt selten grosse Flächen, ist aber im ganzen Gebiet sowohl in höheren als auch in niedrigeren Teilen der *regio alpina fertilis* verbreitet.

3. Ranunculus glacialis-Schneeboden.

Während sich die zwei vorhergehenden Assoziationen mit Sicherheit der Wiesenserie nähern, gehört der *Ranunculus glacialis*-Schneeboden zu denjenigen, deren Stellung sehr unklar ist. Fries rechnet ihn zu den Wiesen, aber Samuelsson würde ihn wahrscheinlich infolge seines Armuts an *Pohlia*-Arten und »Wiesenmoosen» zu den Heiden zählen. Die oft reichlich auftretenden Flechten sprechen zugunsten der letzteren Alternative; aber ziemlich zahlreiche Kräuter geben der Assoziation ein gewisses »mesophiles» Gepräge.

Ranunculus glacialis ist die dominierende Art, bisweilen kann jedoch *Luzula confusa*, besonders auf hohen Niveaus, bedeutende Frequenz erreichen. Die Vegetation der Bodenschicht besteht aus Lebermoosen, wie *Anthelia nivalis* und *Cesia concinnata*, sowie Erd- und Krustenflechten.

Die Assoziation gehört zu den im Gebiete am meisten verbreiteten und bedeckt oft ansehnliche Flächen. Der Standort ist im allgemeinen eben und die Bewässerung bisweilen ziemlich gut, bisweilen höchst unbedeutend. Humusbildung findet nicht statt. Auf den hochalpinen Gebirgsebenen kommt der *Ranunculus glacialis*-Schneeboden am reichlichsten vor, tritt aber auch in den unteren Teilen der *regio alpina* auf, wo grosse Schneemassen sich während des Winters gesammelt haben.

4. Cerastium lapponicum-Schneeboden.

Cerastium lapponicum gehört neben der viviparen Form der *Poa alpina* zu den Gefässpflanzen, die die längst dauernde Schneebedeckung vertragen. An spät schmelzenden Schneewehen kann man sehen, wie die eine nach der anderen der Schneebodenpflanzen nach dem Schneerande zu verschwindet. Der letzte Überrest von z. B. einem *Saxifraga*-Schneeboden ist gerade *Cerastium lapponicum*-Schneeboden. Die Phanerogamen spielen in dieser Gesellschaft eine sehr geringe Rolle, aber die Bodenschicht ist umso besser ausgebildet. In dieser fehlen Flechten ganz und gar und Lebermoose zusammen mit gewissen Laubmoosen bilden einen dichten, nur von eventuell vorkommenden Steinen unterbrochenen Teppich (Fig. 65).

Der Standort ist im allgemeinen ziemlich abschüssig und die Feuchtigkeit im Substrate bedeutend. — Die Assoziation bedeckt nur kleine Flächen, und ich habe sie eigentlich nur deshalb aufgenommen, weil sie den letzten Rest der Phanerogamenvegetation auf lange schneebedeckten Böden ausmacht.

5. Catabrosa algida-Schneeboden.

Der *Catabrosa*-Schneeboden steht dem *Cerastium lapponicum*-Schneeboden nahe, kommt aber nur vor, wo die Bewässerung sehr gut ist, und dürfte keine ganz so langdauernde Schneebedeckung vertragen wie dieser. Oft ist

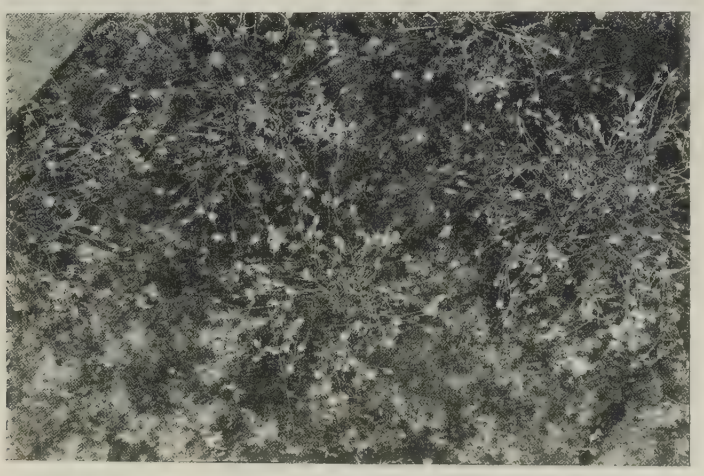


Fig. 65. *Cerastium lapponicum*-Schneebodengesellschaft auf dem Alatjåkko. Verf. phot. 15. Juli 1916.

Catabrosa algida in der Feldschicht die einzige Art, doch können einzelne andere Phanerogamen vorkommen. Die Bodenschicht besteht aus Leber- und Laubmoosen in wechselnder Menge. Dieselbe ist oft nicht völlig geschlossen, sondern das aus feinem Sand und Steinen bestehende Substrat liegt bar.

Der Standort ist mehr oder weniger geneigt, und während des grösseren Teiles der Vegetationsperiode rinnt Schmelzwasser über denselben hin.

Der *Catabrosa*-Schneeboden ist wohl am ehesten zu den Wiesen zu rechnen und als solche wurde er auch von Fries aufgefasst. Die Assoziation kommt vereinzelt innerhalb des ganzen Gebietes vor, scheint aber nicht besonders hoch ins Gebirge hinauf zu steigen. Sie nimmt keine grösseren Flächen ein.

6. Juncus biglumis-Schneeboden.

Diese Assoziation ist wiederum ein Beispiel für die Schwierigkeiten, die Schneebodengesellschaften in die Formationen einzuordnen. Hinsichtlich

der diese Gesellschaft hervorrufenden ökologischen Faktoren weist sie Ähnlichkeiten mit den Grasmooren auf.

Der Standort sind kleine ebene Vertiefungen, in welchen während eines grossen Teiles der Vegetationsperiode stagnierendes Wasser steht. Auch das in der Bodenschicht oft vorkommende *Amblystegium* sowie *Cetraria hiascens* deuten zu einem gewissen Grade auf »Verwandtschaft» mit den Grasmooren hin. Die langdauernde Schneedecke hat indessen das Auftreten wirklicher Moorpflanzen verhindert, denn als solche kann *Juncus biglumis* kaum angesehen werden.

Die Assoziation ist nur aus einer geringen Anzahl von Arten zusammengesetzt, unter denen *Juncus biglumis* entschieden dominiert. *Carex Lachenalii*, die übrigens für gewisse hochalpine Grasmoore typisch ist, kommt oft in recht bedeutender Menge vor. In der Bodenschicht sind Lebermoose vorherrschend. — Infolge der Natur des Standortes hat der *Juncus biglumis*-Schneeboden nur unbedeutende Ausdehnung. Er ist jedoch auf den hochalpinen Ebenen eine oft vorkommende, wohl charakterisierte Assoziation.

7. Carex rufina-Schneeboden.

Carex rufina ist auf die allerwestlichsten Partien des Untersuchungsgebietes beschränkt, ist aber in der Nähe der grossen Seen Vastenjaure und Virihaure keineswegs selten und tritt gewöhnlich assoziationsbildend auf.

Die Assoziation, welche selten grosse Flächen bedeckt, kommt besonders an den Ufern der Schmelzwasserseen, aber auch auf anderen infolge reichlichen Wasserzugangs feuchten Standorten vor.

Carex rufina ist oft der einzige Vertreter der Feldschicht, bisweilen kommen aber andere Arten wie *Carex Lachenalii, Koenigia islandica* dazwischen vor. In der Bodenschicht trifft man Lebermoose und *Amblystegia*.

Der *Carex rufina*-Schneeboden dürfte ähnlich wie *Juncus biglumis*-Schneeboden am ehesten zu den Grasmooren gehören. Bezüglich seiner Abschmelzungszeit dürfte er zeitiger schneefrei werden als letzterer und gute Zufuhr an kaltem Wasser ist wahrscheinlich eine der Hauptbedingungen der Assoziation.

8. Salix herbacea-Assoziationen.

Salix herbacea gehört zu den Pflanzen, welche, obzwar sie eine sehr langdauernde Schneebedeckung vertragen können, auch auf frühzeitig schneefreien Lokalen auftreten. Gewisse *Salix herbacea*-Assoziationen nähern sich deshalb Vestergrens *Cesiolichenen*-Gesellschaft, andere wiederum sind typische Schneebodengesellschaften; zwischen diesen sind ausserdem alle Übergänge vorhanden.

Unter den Schneebodengesellschaften nimmt diese Assoziation die grössten Flächen ein. Von den untersten Teilen der *regio alpina* bis hinauf

zur Grenze für geschlossene Vegetation ist sie eine der am öftesten vorkommenden Pflanzengesellschaften.

Ihr Gepräge empfangen die Assoziationen durch den oft ziemlich dichten Teppich von *Salix herbacea* (Fig. 66). Eine sehr geringe Anzahl Gefässpflanzen kommt darunter vor, die wichtigsten sind *Luzula confusa*, *Salix polaris* *Gnaphalium supinum*. Die Zusammensetzung der Bodenschicht variiert sehr sie besteht bald aus Lebermoosen, bald bilden *Dicranum*- und *Pohlia*-Arten oder *Grimmia hypnoides* die Hauptmasse. Auch unter den Flechten machen sich grosse Variationen geltend; bisweilen sind *Cetrariæ* in der Mehrzahl, bisweilen Krustenflechten, und nicht selten können sie fast vollständig fehlen.

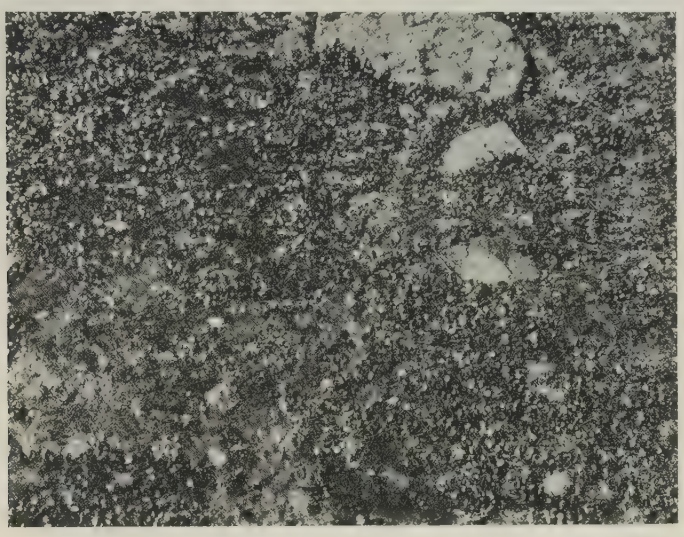


Fig. 66. *Salix herbacea*-Schneebodengesellschaft auf dem Unna Tokivare. Verf. phot. 15. Aug. 1915.

Unter den bemerkenswerteren Varianten seien genannt die *Gnaphalium supinum*-reiche (wiesenartig), die *Salix polaris*-reiche (in Kalkgegenden) sowie die *Luzula confusa*-reiche, welche oft der äusserste Pionier gegen die hochalpinen Blockenmeere ist.

9. **Moos-Schneeboden.**

Bei sehr langdauernder Schneebedeckung verschwinden zuletzt alle Gefässpflanzen, und Flechten und Moose bilden die ganze Vegetation. Unter den Moos-Schneeböden kann man vielleicht mehrere Assoziationen unterscheiden, aber ein näheres Studium dieser Gesellschaften ist in meinen Untersuchungen nicht eingegangen. Jedenfalls ist es ein Unterschied zwischen der Moosgesellschaft, die auf Moränenboden vorkommt, und den übrigen. Die erstere ist vor allem durch *Andræa*-Arten nebst Lebermoosen (*Cesia* u. a.

charakterisiert. Unter den übrigen mag der *Anthelia*-Schneeboden, in welchem ausser *Anthelia* selbst *Cephalozia albescens*, *Jungermannia alpestris* und andere *Jungermannia*-Arten eingehen, erwähnt werden, und der *Cesia*-Schneeboden mit *Cesia condensata*, *Polytrichum sexangulare*, *Pohlia*-Arten. Ausserdem gibt es Schneeböden mit vorherrschenden *Dicranum*-Arten *(D. Starkei)* oder *Pohlia-Arten (P. commutata, P. cucullata, P. nutans)*.

D. Grasmoore.

Die dem System von A. Nilsson (1902) zugrunde liegende Einteilung der Pflanzengesellschaften der Moore bezieht sich darauf, ob *Sphagna* oder Nicht-*Sphagna* (*Amblystegium*, *Sphaerocephalus* u. a.) in der Bodenschicht vorherrschen. Die ersteren werden von ihm als »myrar» (Hochmoore), die letzteren als »kärr» (Niedermoore) bezeichnet. Die schwedischen Verfasser, die nach A. Nilsson die hierhergehörigen Assoziationen beschrieben haben, haben gewöhnlich diese schematische Einteilung gutgeheissen. Für die übrigen Gegenden unseres Landes ist man ebenfalls dem Nilsson'schen Schema gefolgt, zumeist wohl infolge seiner Einfachheit. Eine Ausnahme bildet Melin (1917), der in seinen Studien über die Moorvegetation im Waldgebiete vom mittleren Norrland die Dominanz der verschiedenen *Sphagnum*- und übrigen Moos-Arten als Haupteinteilungsgrund annimmt. Bei diesem Verfasser ist der Unterschied zwischen Hochmoor und Niedermoor kein rein floristischer, sondern nahrungsökologische Gesichtspunkte spielen für die Gruppierung der Pflanzengesellschaften eine entscheidende Rolle. Die Verdienste, welche Melins System auch haben mag, überwiegen doch nicht die Schwierigkeiten, die es einem Nicht-Sphagnologen erbietet. Ich habe früher bereits (Du Rietz, Fries und Tengwall 1918) auf die Inkonsequenzen und reinen Fehlerhaftigkeiten, mit denen Melins Gruppierungen und Assoziationsbegrenzungen behaftet sind, hingewiesen.

Von floristisch-physiognomischen Gesichtspunkten aus können die Moore in Zwergstrauchmoore und solche ohne Zwergsträucher eingeteilt werden, die letzteren sind in dem Kollektivbegriff Grasmoore zusammengefasst. Auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von *Sphagna* in der Bodenschicht wird also keine Rücksicht genommen. Die Einteilung ist also ähnlich derjenigen der Heiden in Zwergstrauchheiden und Grasheiden.

Die Grasmoore spielen in dem Untersuchungsgebiete eine im Vergleich mit anderen Gegenden unbedeutende Rolle, was mit der Topographie zusammenhängt. In den breitesten Tälern sowie auf tief liegenden Ebenen sind sie jedoch keineswegs selten, nehmen aber nur mässig ausgedehnte Flächen ein. Eine Ausnahme bildet doch die nächste Umgebung des Gletscherflusses Rapaätno, wo gewisse Grasmoore bedeutende Areale bedecken können.

In den kalkreichen Gegenden gibt es zweierlei Grasmoore, die nicht ausser-

halb denselben vorkommen, nämlich das *Dryas*-Moor und das *Carex saxatilis*-Moor (vergl. TENGWALL 1916).

Ein für alpine und subalpine Moore sehr kennzeichnender Zug ist, dass sie nahezu immer eine Art besitzen, welche über die anderen, die sowohl an Zahl und Häufigkeit ebenso sehr wenig hervortreten, dominiert. Nur im *Dryas*-Moor ist die Artenzusammensetzung reicher und die Dominanz mehr wechselnd. Die Ursache dafür, dass die Assoziationen auf diese Weise in »reinen» Ausbildungsformen auftreten, ist nicht leicht nachzuweisen, aber wahrscheinlich haben die verschiedenen Arten sehr distinkte Forderungen in bezug auf Nahrungszufuhr, Wasserzugang und andere ökologische Faktoren. Die Einteilung der Grasmoore wird infolge des angeführten Umstandes nahezu schematisch und bedeutend einfacher als in anderen Gegenden, Der Anschaulichkeit halber gebe ich hier unten eine Übersicht über die zu den Grasmooren gehörigen, beobachteten und unterschiedenen Assoziationen. Eine Spezialbeschreibung jeder einzelnen derselben hielt ich für unnötig und begnüge mich mit kürzeren Notizen über deren Ausbreitung, Vorkommenweise usw.[1]

A. Grasmoore von *Dryas*-Typus.
   1. *Dryas*-Grasmoor.
   2. *Carex saxatilis*-Grasmoor.

B. Übrige Grasmoore.
   a. Mit hochwüchsigen *Carices*.
      3. *Carex aquatilis*-Grasmoor.
      4. *Carex rostrata*-Grasmoor.
      5. *Carex juncea*-Grasmoor.
      6. *Carex lasiocarpa*-Grasmoor.
   b. Mit kurzwüchsigen *Carices*.
      7. *Carex Goodenoughii*-Grasmoor.
      8. *Carex rotundata*-Grasmoor.
      9. *Carex magellanica*-Grasmoor.
      10. *Carex rigida*-Grasmoor.
      11. *Carex rigida-C. Lachenalii*-Grasmoor.
   c. Mit *Eriophora*.
      12. *Eriophorum polystachium*-Grasmoor.
      13. *Eriophorum Scheuchzeri*-Grasmoor.
      14. *Eriophorum vaginatum*-Grasmoor.
   d. Mit *Equisetum*.
      15. *Equisetum fluviatile*-Grasmoor.
   e. Mit *Calamagrostis*.
      16. *Calamagrostis neglecta*-Grasmoor.

[1] Übrigens dürften aus soziologischem Gesichtspunkt die Grasmoore mit den oben beschriebenen Assoziationen kaum vergleichbar sein.

f. Mit *Scirpus*.
17. *Scirpus austriacus*-Grasmoor.
g. Mit *Juncus*.
18. *Juncus filiformis*-Grasmoor.

Das *Dryas*-Grasmoor ist, wie gesagt, durch einen für Grasmoore ungewöhnlichen Artenreichtum gekennzeichnet; die wichtigsten Arten sind: *Carex atrofusca, C. parallela, C. capillaris, Salix reticulata, Saxifraga aizoides, Juncus triglumis*. Das *Carex saxatilis*-Moor, welches diesem ziemlich nahe kommt, ist bedeutend ärmer an Arten. In beiden Assoziationen ist

Fig. 67. *Carex juncea*-Grasmoor. Kettaure.
A. H—G phot. 14. Aug. 1911.

die Bodenschicht aus einem mehr oder weniger dichten Moosteppich gebildet, in dem kalkliebende Moose z. B. *Amblystegium scorpioides* eingehen (vergl. ARNELL u. JENSEN 1910).

Das Grasmoor, das die weitaus grössten Areale einnimmt, ist das *Carex aquatilis*-Grasmoor; oft ist *C. aquatilis* allein assoziationsbildend und die Bodenschicht kann auch fehlen. — Das *Carex rostrata*-Grasmoor weist mit dem vorhergehenden grosse Übereinstimmung auf, hat aber bei weitem nicht dieselbe Flächenausdehnung; es kommt wie dieses oft in offenem Wasser vor. — Obgleich verhältnismässig selten, ist das *Carex juncea*-Grasmoor durch seine grossen Bülten das am meisten in die Augen fallende (Fig. 67). Die *Carex juncea*- Bülten sind nicht selten über $^1/_2$ m hoch und können deshalb vortrefflich wechselnden Wasserstand vertragen. Die Assoziation kommt auch oft auf Standorten vor, wo der Wasserstand sehr variiert. Mit der von KERNER (1867) beschriebenen »Zcombék-Formation» weist sie sowohl

physiognomisch als auch ökologisch grosse Ähnlichkeiten auf. — Von beschränkter Ausdehnung ist das *Carex lasiocarpa*-Grasmoor; es wurde nur im unteren Teile des Birkenwaldgebietes im Rapadalen beobachtet.

Das *Carex Goodenoughii*- und das *Carex magellanica*-Grasmoor wurden nur als reine Seltenheiten angetroffen, das erstere auf Standorten, die gegen Herbst nahezu austrocknen, das letztere dagegen auf feuchten Stellen in grösseren Moorkomplexen. In der östlichen Aussenkante des Gebietes kommt das *Carex rotundata*-Grasmoor vor, welches *Carex saxatilis* auf Standorten, die in dem übrigen Gebiete diese Art einnimmt, ersetzt. Die Ursache für diese Verteilung ist in der Zusammensetzung des Berggrundes zu suchen,

Fig. 68. *Eriophorum polystachium*-Grasmoor zwischen Pårek und dem Säkok. A. H—G phot. Aug. 1914.

oder besser ausgedrückt in dem Kalkgehalt des Wassers. *Carex rotundata* gehört nämlich zu den wenigen Arten, die in kalkreichen Gegenden vollständig fehlen (Tengwall 1916).

Von grossem Interesse sind die aus *Carex rigida* und *C. Lachenalii* gebildeten Grasmoore. Sie bilden nämlich diejenigen Grasmoore, welche die Schneebedeckung am längsten aushalten können. Die Torfbildung ist in diesen sehr unbedeutend und ihrer floristischen Zusammensetzung nach stehen sie den Grasheiden nahe. Sie kommen oft auf bedeutenden Höhen in der *regio alpina* vor.

Das *Eriophorum polystachium*-Grasmoor nimmt gewöhnlich grosse Flächen in den im Gebiete vorkommenden Moorkomplexen ein (Fig. 68). Das *E. Scheuchzeri*-Grasmoor ist am meisten für die Überschwemmungsgebiete der Gletscherflüsse charakteristisch (Fig. 69); irgendwelche Torfbildung findet nicht statt, der Standort besteht vielmehr aus Sand. In den grösseren

Moorkomplexen ist das *Eriophorum vaginatum*-Grasmoor zu finden. Es ist stark torfbildend und bildet ein Verbindungsglied zwischen den hydrophilen Grasmooren einerseits und den mehr xerophilen Zwergstrauchmooren ander-

Fig. 69. *Eriophorum Scheuchzeri*-Grasmoor am Säkokjokk.
A. ROMAN phot. 1904.

Fig. 70. *Scirpus austriacus*-Grasmoor auf dem Unna Titir.
Verf. phot. 13. Aug. 1915.

seits. In der Feldschicht können Zwergsträucher auftreten, obgleich spärlich; in der Bodenschicht sind aber *Sphagna* keineswegs immer vorhanden.

Nur als Seltenheiten habe ich das *Equisetum fluviatile*-Grasmoor und das

Calamagrostis neglecta-Grasmoor aufgezeichnet; jenes tritt in Wassergruben auf, dieses kommt teils auf den Deltas, teils auf Torfboden im westlichen Teil des Gebiets vor.

Das *Scirpus austriacus*-Grasmoor spielt in den kalkreichen Gegenden eine grössere Rolle als in den übrigen; infolgedessen hat es seine grösste Ausbreitung in der Nähe des Viri- und Vastenjaure. In dieser Assoziation wechselt die Artenanzahl ganz besonders; bald können eine Mehrzahl von Arten auftreten, bald ist *Scirpus austriacus* allein assoziationsbildend (Fig. 70). Eine zu dem Variationskreis von *Euphrasia minima* gehörige Form pflegt jedoch selten zu fehlen.

Fig. 71. *Rubus chamæmorus*-Zwergstrauchmoor. Pårek, 755 m ü. d. M. Verf. phot. 12. Juli 1914.

In kleineren Senken mit stagnierendem Wasser kommt das *Juncus filiformis*-Grasmoor spärlich vor. Oft tritt es zusammen mit *Nardus stricta*-Heide auf.

E. Zwergstrauchmoore.

Die Zwergstrauchmoore haben im Gebiete ihre hauptsächlichste Ausbreitung in der *regio subalpina*. Dies beruht doch kaum auf klimatische Ursachen, sondern findet seine Erklärung in der Topographie, welche nicht geeignet ist, zu deren Verbreitung oberhalb der Waldgrenze beizutragen. Kleinere Zwergstrauchmoore gibt es jedoch auch in der *regio alpina*. In dem Tal des Stalojokk, wo der grösste Moorkomplex liegt, bestehen grosse Partien aus Zwergstrauchmooren.

Die von mir für dieses Gebiet aufgezeichneten Zwergstrauchmoore sind *Rubus chamaemorus*-Zwergstrauchmoor (Fig. 71) und *Empetrum nigrum*-Zwergstrauchmoor. Von diesen nimmt das erstere die grössten Flächen ein, das letztere ist relativ selten. Die zu den Zwergstrauchmooren gehörigen Pflanzen sind ausser den beiden erwähnten u. a. *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Eriophorum vaginatum* sowie einige kurzwüchsige *Carex*-Arten. In der Bodenschicht spielen, ausser *Sphagna*, *Dicrana*, *Polytricha* und Lebermoose eine grosse Rolle. Auf trockeneren Partien im *Empetrum*-Moor kommen Flechten wie *Cladonia alpestris* und *C. silvatica* sowie *Icmadophila ericetorum* vor.

Fig. 72. *Veronica scutellata* in einem Wassergrube am Stalojokk unterhalb des Kerkevare. Im Hintergrund *Carex juncea* und *C. aquatilis*. Verf. phot. 16. Aug. 1915.

IV. Submerse Pflanzengesellschaften.

Über die Vegetation auf dem Boden der grossen Seen ist fast gar nichts bekannt. Untersuchungen hierüber habe ich, sowohl infolge Zeitmangels als infolge Fehlens der nötigen Instrumente, nicht angestellt. Die mit schlammhaltigem Gletscherwasser gefüllten Seen wie der Laitaure, Rapaure, Perikjaure, Letsitjaure dürften jedoch vollständig ohne Bodenvegetation sein. In den Seen, wo das Wasser klar ist, findet man jedoch Bodenvegetation an den Stellen, wo der Grund aus Sand besteht. Dies ist in Teilen des Sitojaure der Fall, wo ich eine *Characé* habe dichte Teppiche bilden sehen. Im selben See wächst auch auf bedeutender Tiefe *Isoëtes echinosporum*. Im Vastenjaure besteht der Grund wenigstens in 10 m Tiefe überall, wo ich

ihn beobachten konnte, aus Stein, weshalb in dieser Tiefe jede Vegetation fehlt. Wie es sich im Virihaure verhält, weiss ich nicht; jedenfalls konnte dort keine Bodenvegetation beobachtet werden.

Anders verhält es sich in den kleinen Seen, insbesondere den allerkleinsten, für welche die Bezeichnung See kaum angemessen ist, und die besser Wassergruben benannt würden. In diesen kommt nicht selten eine Anzahl Wasserpflanzen vor und dies bis ziemlich hoch über die Waldgrenze hinaus.

In den grösseren dieser Wassergruben treten *Ranunculus confervoides*, *R. peltatum* (selten), *Ranunculus hyperboreus* (selten), *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton alpinus*, *Subularia aquatica* (selten) auf. Gewöhnlich kommen diese Arten jede für sich vor, und nur in Ausnahmefällen trifft man zwei oder mehrere von diesen in selber Grube.

Die kleineren Seen oder Wassergruben, welche im Spätsommer austrocknen, beherbergen ebenfalls eine spezielle Flora. Der häufigste Repräsentant für diese ist *Ranunculus reptans*. Ausserdem sind *Alopecurus aequalis*, *Callitriche verna* und *Veronica scutellata* (selten) (Fig. 72) gesehen worden. Wenigstens bis 150—200 m oberhalb der Waldgrenze habe ich reichliches Vorkommen der *Ranunculus reptans*-Assoziation auf dem Grunde ausgetrockneter Wasseransammlungen aufgezeichnet.

Ausser Phanerogamen treten Moose submers auf. Dies ist besonders in kleineren Seen im Birkenwaldgebiete der Fall. Ein solcher Fall ist von Arnell und Jensen (1910) angeführt worden, und da das Studium der reinen Moosgesellschaften ausserhalb des Rahmens meiner Untersuchung liegt, begnüge ich mich damit, auf die Arbeit dieser Verfasser zu verweisen.

Vegetationsbeschreibung.

Die Linientaxierungsmethode. — Linientaxierungen im Birkenwalde. — Das übrige Birkenwaldgebiet. — Linientaxierungen im Kahlgebirge. — Die Zuverlässigkeit der Taxierungen.

Die Art und Weise, in der man bisher die Vegetation in einer Gegend anzugeben versucht hat, bestand in einer Beschreibung ihrer am meisten charakteristischen Pflanzengesellschaften sowie in Angaben über deren lokalen und annähernd arealen Verteilung. Bestenfalls hat eine Vegetationskarte die Darstellung ergänzt.

Die Schwäche einer solchen sich einzig und allein auf subjektive Abschätzung gründenden Vegetationsschilderung tritt offen zutage. Zwar kann, wo es sich um ein kleines Gebiet handelt, eine sorgfältige Kartenaufnahme ein gutes Bild von dem Areal und der Verteilung der Pflanzengesellschaften

geben, und durch Planimetrierung der Karte kann man auch Werte für die Fläche der Pflanzengesellschaften erhalten. Für ein grosses Gebiet dagegen dürfte eine genaue Kartenaufnahme, teils infolge der langen Zeit, welche eine solche beansprucht, teils infolge der technischen Schwierigkeiten, kleine Vegetationsflächen in übereinstimmender Grösse wiederzugeben, praktisch ausgeschlossen sein. Für eine Gegend, wie das Sarekgebiet, würde eine Karte über die Assoziationen — ausser einer unerhörten Arbeit — eine recht grobe Schematisierung der Verhältnisse bedeuten, dies vor allem durch die unbedeutende Areale, welche mehrere Assoziationen bedecken. Eine andere Schwierigkeit bei der Kartenaufnahme liegt darin, dass es oft schwierig ist, objektiv die Grenze zwischen zwei Assoziationen zu ziehen, da es nicht immer der Fall ist, dass die Grenze von einer Linie, sondern durch eine mehr oder weniger breite Übergangszone gebildet wird. Schematische Vegetationskarten, wo die Aufnahmeobjekte aus Formationen oder Vegetationskomplexen mit grosser Arealausdehnung bestehen, können jedoch gute Aufschlüsse über die Vegetation, besonders in bezug auf deren allgemeine regionale Verteilung, geben. Eine solche Karte ist in dieser Arbeit vorhanden, und sie gibt die Ausdehnung des Nadelwaldes, des Birkenwaldes, des vegetationsbekleideten Kahlgebirges und der Blockenböden des Gebirges an.

Die von mir zur Untersuchung der Ausdehnung der Pflanzengesellschaften und der Arealverhältnisse benutzte Methode ist die Linientaxierung. Vor kurzem hat Th. C. E. Fries (1919) eine Übersicht über diese Methode gebracht und die Genauigkeit derselben diskutiert. Durch Linientaxierung genau planimetrierter Vegetationskarten fand er, dass man durch Messung mittelst paralleler Linien in Abständen von 1,5 km auf Gebieten von 130—880 km² Werte der untersuchten Typen erhielt, die um höchstens 3,4 % von den wirklichen Werten abwichen. Die grössten durchschnittlichen Abweichungen, Durchschnittsfehler und wahrscheinlichen Fehler betrugen 1,4, 0,8, bzw. 0,9. Wurden die Typen mit 3 km Entfernung zwischen den Linien berechnet, wurden die Abweichungen selbstverständlich grösser, jedoch nicht so gross, dass sich das Resultat von den tatsächlichen Verhältnissen wesentlich unterschied. Fries hat auch Linientaxierungen in der Natur auf kleinen Gebieten unter Anwendung einer Entfernung von 1,5 km zwischen den Linien vorgenommen und gefunden, dass der Unterschied zwischen den mit 1,5 km und 3 km Entfernung gemachten Berechnungen sehr unbedeutend (2—3 %) waren. Er ist deshalb der Meinung, dass Linientaxierung von Gebieten von 10—20 km² Grösse mit einer Liniendichtheit von 1,5 km recht exakte Resultate gibt und ferner, dass man innerhalb homogener Gebiete eine Liniendichtheit von 3 km ohne Risiko für das Resultat anwenden kann.

Diese Auffassung teile ich völlig, und auf Grund meiner Erfahrung will ich behaupten, dass man auch in noch kleineren Gebieten mit einer Entfernung der Linien von 1,5 km vollauf zufriedenstellende Resultate erzielen

Fig. 73. Karte über das taxierte Gebiet. Die obere Waldgrenze ist mit einer breiten Linie markiert. Massstab 1 : 200 000.

kann, wenn man nur von vornherein eine genaue Kenntnis von der Vegetation des betreffenden Gebietes besitzt und es dadurch so zu begrenzen versteht, dass die Vegetationstypen innerhalb desselben relativ gleichartig verteilt werden.

Die nachstehender Vegetationsbeschreibung zu Grunde liegenden Linientaxierungen wurden während der Sommer 1917 und 1918 ausgeführt. Die Taxierung bezweckte in erster Linie die Verteilung der Assoziationen der Birkenwälder zu erforschen, aber auch Teile der *regio alpina* wurden in diese Untersuchung hineingezogen. Der Birkenwald im Rapadalen, Sarvesvagge und Pårek—Säkok-Gebiete wurde taxiert. Die untersuchten Teile des Kahlgebirges liegen in der Nähe des Rapadalen und in der Gegend des Perikjaure. Die drei Birkenwaldgebiete, welche übrigens zusammen den grössten Teil der *regio subalpina* im Sarekgebiet ausmachen, sind jedes von Vegetations gesichtspunkten aus homogen, aber untereinander verschiedenartig, weshalb jedes für sich behandelt wurde. Die taxierten Teile des Kahlgebirges bestehen aus mehreren verschiedenartigen Partien, weshalb eine Teilung nötig wurde, damit die erhaltenen Ziffern als für die Arealausdehnung der Typen repräsentativ angesehen werden können.

Die Linientaxierungsmethode gründet sich auf die Forderung, dass sich die Linienlänge der verschiedenen Pflanzengesellschaften zur ganzen Linienlänge so verhält, wie deren Areal zum Areal des ganzen untersuchten Gebietes. Fries (1919) hat, wie bereits erwähnt wurde, nachgewiesen, dass dies innerhalb sehr geringen Fehlergrenzen der Fall ist, wenn man eine Liniendichtheit von 1,5 oder 3 km verwendet. Bei meinen Untersuchungen bin ich von der ersteren Liniendichtheit ausgegangen und habe die daraus erhaltenen Resultate mit den aus jeder zweiten Linie, d. h. mit einer Linienentfernung von 3 km, gewonnenen Berechnungen kontrolliert. Im allgemeinen waren die Resultate gut, und die grösste Differenz zwischen den auf beiderlei Art erzielten Werten betrug ungefähr 6 %, gewöhnlich aber war die Differenz bedeutend kleiner.

Bei den Feldarbeiten selbst wurden die Pflanzengesellschaften (Assoziationen) mit Massband gemessen. Die kleinste Ziffer für einen Taxierungstypus war 5 m, d. h. betrug die gemessene Länge einer Pflanzengesellschaft weniger als 2,5 m, wurde sie nicht aufgenommen, während 2,6 m in den Aufzeichnungen den Wert 5 m erhielt. So geringe Längen kommen jedoch nicht so häufig vor, dass sie das Resultat nennenswert beeinflussen würden; ausserdem pflegte ich zwei oder mehrere auf einander folgende kurze Abschnitte eines Typus zu 5 m zusammenzuschlagen, wodurch ich den Vorteil erhielt, dass die Pflanzengesellschaften, welche gewöhnlich auf kleinen Flächen auftreten, im Vergleich zu den grossen Typen keine zu kleinen Ziffern bekamen, was sonst leicht der Fall gewesen wäre. Ein anderer Vorteil der Linientaxierungsmethode vor der Kartenaufnahme ist, dass die Grenzen einer

Pflanzengesellschaft im ersteren Falle nur auf zwei Punkten bestimmt zu werden brauchten, während man in diesem die ganzen Grenzen fixieren muss, was, wie erwähnt wurde, oft mit grossen Schwierigkeiten vereint sein kann. Bei der Beschreibung eines mittelst Linientaxierung untersuchten Gebietes ist es am besten, das Areal der Pflanzengesellschaften in Prozenten der Fläche des taxierten Gebietes anzugeben. Ist das Areal des Taxierungsgebietes angegeben, so ist es ja leicht, für jede Assoziation das absolute Areal zu berechnen. Der Vorteil, die Grösse der Pflanzengesellschaften in Prozenten anzugeben, liegt darin, dass man dadurch mit Leichtigkeit die Vegetation verschiedener Gegenden mit einander vergleichen und auf diese einfache Weise die charakteristischen Züge derselben hervorheben kann. Vegetationskarten dagegen, sie mögen noch so genau und detailliert sein, können nicht immer eine richtige Auffassung der relativen Arealausdehnung der aufgenommenen Typen geben; statt dessen besitzen sie den Vorteil, dass sie das lokale Vorkommen der Pflanzengesellschaften zeigen, was Taxierungen allein nicht können. Um deshalb die Resultate der Taxierungen zu komplettieren, ist eine Beschreibung des Gebietes erforderlich, welche sagt in welchen Teilen desselben die verschiedenen Taxierungstypen vorzugsweise vorkommen, ob irgendeine regionale Verteilung der Pflanzengesellschaften nachgewiesen werden kann, usw.

In den hier unten mitgeteilten Tabellen, welche das relative (prozentische) Areal der Pflanzengesellschaften angeben, bedeuten die »Formeln» in der ersten Kolumne den Taxierungstypus. Es sind dies bei der Feldarbeit benutzte Typen, welche ich auf diese Weise verkürze; sie vertreten bisweilen Assoziationen, bisweilen Gruppen von Assoziationen. Nachstehend gebe ich ein Verzeichnis dieser »Formeln», sowie ihrer Bedeutung:

B I a = Flechtenbirkenwald.
B I b 1 = *Empetrum-* und *Betula nana*-reiche Moosbirkenwälder.
B I b 2 = *Vaccinium myrtillus*-reicher Moosbirkenwald.
B II a = Kräuter- und grasreicher Wiesenbirkenwald.
B II b = Farnreicher Wiesenbirkenwald.
B III = Birkenmoor.
C I a = Flechtengebüsch. C I b = Moosgebüsch.
C II = Wiesengebüsch. C III = Moorgebüsch.
III a = Zwergstrauchmoore. III b = Grasmoore.
D I a = Flechtenheiden (ohne *Dryas-*, *Cassiope tetragona-* sowie *Rhododendron*-Heiden, aber einschliesslich *Cassiope hypnoides*-Heide.)
D I b 7 = Flechten- und Moosheiden des *Dryas*-Typus.
D I b 4 = Moosreiche *Vaccinium myrtillus*-Heide.
D I b 1 = Übrige moosreiche Zwergstrauchheiden (*Empetrum-*, *Bryanthus* usw.).

E I = Grasheiden.
E II a = Hochstaudenwiesen.
E II b = Kurzwüchsige Wiesen.
F = Schneebodengesellschaften.
I = Impediment (vegetationslose Böden sowie Wasser).

A. Die regio subalpina.

I. Der Birkenwald des Rapadalen.

Das Birkenwaldgebiet im Rapadalen erstreckt sich vom Laitaure bis zu dem ungefähr 45 km entfernten Tjågnoris hinauf. Der unterste Teil des Tales nimmt jedoch ein grosses Delta auf, das nicht taxiert wurde, und das taxierte Gebiet erhält dadurch eine Längenausdehnung von etwa 40 km. Der in der *regio subalpina* gelegene taxierte Teil des Tales besitzt ein Areal von ungefähr 60 km² [1]. Die Taxierungslinien, welche hier, wie übrigens überall, von Norden nach Süden gezogen wurden, bestehen aus 14 und die gesamte Linienlänge beträgt 39760 m. Die prozentische Verteilung der verschiedenen Taxierungstypen gestaltet sich folgendermassen:

B I a	= 1,0 %	III a	= 1,7 %
B I b 1	= 11,5 %	III b	= 2,3 %
B I b 2	= 38,7 %	D I a	= 0,5 %
B II a	= 25,0 %	D I b 7	= 0,1 %
B II b	= 0,6 %	D I b 4	= 0,7 %
B III	= 4,3 %	D I b 1	= 1,5 %
C I b	= 0,3 %	E I	= 0,2 %
C II	= 4,4 %	E II a	= 0,4 %
C III	= 2,7 %	I	= 4,1 %

Von B I a sind 79,0 % *Empetrum*-reicher Flechtenbirkenwald; der Rest besteht aus heidelbeerreichem und *Betula nana*-reichem. B I b 1 ist teils *Empetrum*-reich (76,8 %), teils *Betula nana*-reich (23,2 %). Der kräuterreiche Wiesenbirkenwald bildet 95,6 % des ganzen B II a, und in dem Reste ist der *Solidago*-reiche (4,1 %) von grösserer Ausdehnung als der grasreiche (0,3 %). Das kräuterreiche Birkenmoor macht 29,1 % von B III aus, die übrigen (*Carex*-reichen) Birkenmoore bilden 70,9 %. Die Wiesenweidengebüsche, C II, sind ganz und gar kräuterreich. Von den Moorgebüschen C III, ist das *Carex*-reiche in der Mehrzahl (91,5 %), der Rest ist kräuterreich (8,5 %). III a ist bis 90,2 % *Betula nana*-Moor, die *Rubus chamæmorus*- und *Salix*-reichen Moore bilden 6,8 %, bzw. 3,0 %. Von den Gras-

[1] Das Delta des Rapaure ist ebenfalls nicht taxiert worden; werden die beiden Deltabildungen mitgerechnet, dürfte das gesamte Areal der *regio subalpina* im Rapadalen zwischen 70 bis 80 km² ausmachen.

mooren macht das *Carex aquatilis*-Moor 13,4 % aus, das *C. rostrata*-Moor 82,8 %, das *Eriophorum polystachium*-Moor 0,6 %, das *Carex lasiocarpa*-Moor 1,6 %, das *C. vesicaria*-Moor 1,6 %. D I a besteht zu 92,9 % aus *Empetrum*-Heide; der Rest ist Heidelbeerheide (4,8 %) und *Diapensia-Loiseleuria*-Heide (2,3 %). D I b 7 ist moosreiche *Dryas*-Heide. D I b 1 ist zu 90,0 % *Empetrum*-Heide, 10,0 % *Bryanthus*-Heide. Die Grasheiden, E I, sind *Anthoxanthum*-Heide. Die Hochstaudenwiesen E II a bestehen aus 7,9 % *Trollius*-Wiese, 10,5 % *Athyrium alpestre*-Wiese, 73,7 % *Aconitum*-Wiese und 7,9 % *Angelica*-Wiese.

Von dem taxierten Gebiete im Rapadalen gehören 81,1 % der *regio subalpina* den Birkenwaldgesellschaften an, eine Ziffer, die zweifelsohne als recht hoch bezeichnet werden muss. In bezug auf die Waldassoziationen ist vorallem die grosse Ausbreitung des heidelbeerreichen Birkenwaldes (B I b 2) in Augen fallend. Diese Assoziation ist sicher die innerhalb der *regio subalpina* im schwedischen Gebirge überhaupt die häufigste. Der Taxierungstypus, welcher danach die grösste Arealziffer besitzt, ist B II a, die Wiesenbirkenwälder. Diese bilden zusammen 25 % des ganzen unterhalb der Waldgrenze liegenden Birkenwaldgebietes. Es dürfte äusserst selten sein, dass ein so grosser Teil der *regio subalpina* Wiesenbirkenwälder von so grosser Ausdehnung aufweist. Charakteristisch für das Gebiet ist ferner die niedrige Ziffer für Flechtenbirkenwald (B I a) und B I b, *Empetrum*- und *Betula nana*-reichen Moosbirkenwälder. Ein Typus von grösster Seltenheit in den schwedischen Gebirgen sind die Farnbirkenwälder (B II b); im Rapadalen sind sie mit 0,6 % vertreten.

Eine durchgeführte regionale Anordnung der Pflanzengesellschaften in der *regio subalpina* lässt sich nicht nachweisen. Dagegen besitzen topographische und andere Umstände Einfluss auf die Verteilung der Pflanzengesellschaften. Die Zwergstrauchmoore und die Grasmoore liegen hauptsächlich in den tieferen Niveaus im unteren Teile des Rapadalen. Zwergstrauchheiden, Grasheiden und Wiesen treten meist in der Nähe der Waldgrenze, in der s. g. Kampfzone, auf. Die Wiesenbirkenwälder kommen am häufigsten teils auf den steil abfallenden Talseiten, teils in unmittelbarer Nähe des Rapaätno, sowie der übrigen grösseren Wasserläufe vor. Die farnreichen Wälder treten überall im Verein mit üppigen Wiesenbirkenwäldern auf. Sie werden nur im unteren Teile des Rapadalen angetroffen und gehen niemals bis zur Waldgrenze hinauf. Der *Empetrum*-reiche Moosbirkenwald kommt auf ebenen Flächen und auf Kuppen von Hügeln vor; auf den meist exponierten derselben tritt Flechtenbirkenwald auf.

II. Der Birkenwald des Sarvesvagge.

Der Sarvesvagge ist ein Nebental zum Rapadalen. Nur sein unterster Teil ist mit Birkenwald bewachsen. Die Talsohle im Birkenwaldgebiete

liegt 600—700 m hoch und die Waldgrenze reicht stellenweise bis über 800 m hinaus. — Die ganze *regio subalpina* im Sarvesvagge umfasst nur 6—7 km². Das Tal besitzt dieselbe Topographie wie der Rapadalen mit steil abfallenden Seiten. Seine Vegetation unterscheidet sich jedoch in einigen wesentlichen Punkten von der des Rapadalen, weshalb ich es am geeignetsten finde, über dieselbe besonders zu berichten. Die Arealprozente der Taxierungstypen sind folgende:

B I b 1	= 1,3 %	C III	= 13,0 %
B I b 2	= 22,8 %	D I a	= 2,8 %
B II a	= 41,8 %	D I b 4	= 1,3 %
B III	= 0,8 %	E I	= 0,2 %
C II	= 13,0 %	E II a	= 2,5 %

I = 0,5 %

B I b 1 besteht aus *Empetrum*-reichem Moosbirkenwald. Die Wiesenbirkenwälder, B II a, sind zu 82,1 % kräuterreich, 16,8 % *Solidago*-reich, 1,1 % grasreich. Von den Birkenmooren, B III, besitzen 57,1 % Kräuter in der Feldschicht, 42,9 % *Carices*. Die Wiesenweidengebüsche, C II, sind kräuterreich. Moorgebüsche sind 90,8 % *Carex*-reiche und 9,2 % kräuterreiche vorhanden. Von D I a sind 79,2 % *Empetrum*-reich, 20,8 % heidelbeerreich. Die Grasheiden werden aus *Anthoxanthum*-Grasheide gebildet. Die Hochstaudenwiesen, E II a, sind alle *Aconitum*-reich.

Von der ganzen *regio subalpina* im Sarvesvagge gehören 66,7 % zu den Waldgesellschaften. Die Wiesenbirkenwälder nehmen unter diesen den grössten Raum ein und besitzen eine Gesamtfläche, die weitaus die der heidelbeerreichen Moosbirkenwälder übersteigt, was sonst höchst ungewöhnlich sein dürfte. Dies dürfte nur für kurze Täler vom selben Typus wie der Sarvesvagge zutreffen. Kennzeichnend für den Wald dieser Gegend ist ferner das Fehlen von Flechtenbirkenwald, und auch *Empetrum*-reicher Moosbirkenwald ist äusserst spärlich. — Von den waldlosen Pflanzengesellschaften nehmen Wiesenweidengebüschen und Moorgebüsche je 13,0 % ein. Die Ursache für die grosse Ausbreitung dieser Typen ist in dem Reichtum an lange liegenbleibenden Schnee im Birkenwaldgebiete des Sarvesvagge zu suchen. Beide befinden sich hauptsächlich in den oberen Teilen der *regio subalpina*, wo der Schnee am längsten liegen bleibt. Dies verhindert nämlich die Entstehung von Birkenwald. (vergl. oben). Zwergstrauchmoore und Grasmoore fehlen im Waldgebiete des Sarvesvagge. Die Ursache hierfür liegt in der Topographie; eine ebene Talsohle gibt es kaum, sondern die Talseiten fallen bis nach dem darin fliessenden Sarvesjokk ab. In den oberen Teilen der *regio subalpina* im Sarvesvagge ist der Reichtum an Hochstaudenwiesen (*Aconitum*-reiche) auffallend.

III. Der Birkenwald des Pårekgebietes.

Der im Pårekgebiete taxierte Teil der *regio subalpina* bildet nur den oberen Teil derselben und die Taxierungslinien beginnen bei etwa 700 m ü. d. M. Der unterhalb dieses Niveaus vorhandene Birkenwald liegt nämlich ausserhalb des eigentlichen »Sarekgebietes» und bietet ausserdem nahezu unüberwindliche Hindernisse, durch diese mit Seen und tiefen Bächen durchsetzte Landschaft hindurch zu kommen. Die Topographie des Pårekgebietes unterscheidet sich sehr von der der beiden eben geschilderten Gegenden. Der Birkenwald liegt hier im allgemeinen auf einem sehr schwach abfallenden Talabhange, der mit gewaltigen Moränenschuttablagerungen angefüllt ist. Diese Umstände beeinflussen die Zusammensetzung und Verteilung der Vegetation sehr stark. Das taxierte Birkenwaldgebiet beträgt etwas mehr als 16 km². Die Taxierungstypen haben folgende Prozentziffern:

B I a	= 20,1 %	III a	= 3,6 %
B I b 1	= 3,9 %	III b	= 1,7 %
B I b 2	= 18,6 %	D I a	= 3,3 %
B II a	= 28,7 %	D I b 4	= 0,5 %
B III	= 1,0 %	D I b 1	= 0,6 %
C I a	= 2,2 %	E I	= 0,8 %
C I b	= 1,7 %	E II a	= 1,6 %
C II	= 5,1 %	E II b	= 0,3 %
C III	= 2,5 %	F	= 0,3 %

I = 3,5 %

Die flechtenreichen Birkenwälder, B I a, bestehen aus 70,3 % heidelbeerreichem, 28,7 % *Empetrum*-reichem, 1,0 % *Betula nana*-reichem. B I b 1 ist zu 56,5 % *Betula nana*-reich und zu 43,5 % *Empetrum*-reich. Von den Wiesenbirkenwäldern, B II a, sind 58,1 % kräuterreich, 40,0 % *Solidago*-reich sowie 1,9 % grasreich. Die Birkenmoore, B III, bestehen aus 80,9 % *Carex*-reichem, 19,1 % kräuterreichem. Die Moorgebüsche sind alle *Carex*-reich. Von den Zwergstrauchmooren gehören 89,6 % zu dem *Betula nana*-reichen, 10,4 % zu dem *Rubus chamæmorus*-reichen. Die zu den Grasmooren gehörenden Assoziationen sind *Carex aquatilis*-Moor 50,0 %, *C. rostrata*-Moor 16,7 %, *Eriophorum polystachium*-Moor 19,5 %, *Carex juncea*-Moor 11,1 %, *Scirpus austriacus*-Moor 2,7 %. Von D I a sind 94,3 % *Empetrum*-reich, 4,3 % *Bryanthus*-reich und 1,4 % heidelbeerreich. D I b 1 ist ganz und gar *Empetrum*-reich. Die Grasheiden, E I, bestehen aus *Anthoxanthum*-Grasheide. Die Hochstaudenwiesen, E II b, sind zu 51,2 % *Trollius*-Wiese, 14,7 % *Athyrium alpestre*-Wiese und 34,1 % *Aconitum*-Wiese. Die Schneeböden, F, sind sämtlich *Salix herbacea*-Schneeböden.

Die Waldgesellschaften in diesem Gebiete bilden 72,3 % des ganzen Taxierungsgebietes. Auffallend ist das reichliche Auftreten von Flechtenbir-

kenwäldern, welche ungefähr ebenso grosse Flächen bedecken wie die Moosbirkenwälder. Die Wiesenbirkenwälder besitzen zwar eine beachtenswert hohe Ziffer, aber es ist zu bemerken, dass nicht weniger als 40 % davon *Solidago*-reich sind, eine Assoziation, die den heidelbeerreichen Moosbirkenwäldern besonders nahe steht. Die verhältnismässig hohen Ziffern für Zwergstrauchmoore und Grasmoore bekommen ihre natürliche Erklärung durch die Topographie des Gebietes; dass die Heiden reichlich auftreten beruht sicher darauf, dass nur der obere Teil des Birkenwaldgebietes taxiert wurde und dort kommen vor allem solche vor.

IV. Vergleich zwischen der Vegetation in den drei taxierten Birkenwaldgebieten.

Schon im Vorhergehenden wurde angedeutet, dass in bezug auf die Vegetation in den drei Waldgebieten Verschiedenheiten vorhanden sind. Ein zusammenstellender Vergleich zwischen denselben dürfte dies sowie deren charakteristische Züge noch deutlicher hervorheben. Nachstehende Tabelle gibt die Prozentzahlen der wichtigsten Taxierungstypen in den betreffenden Gebieten an:

Gebiet	Typus									
	B I a	B I b1	B I b2	B II b	B II a	B III	C II	C III	III a	III b
Rapadalen	1.0	11.5	38.7	0.6	25.0	4.3	4.4	2.7	1.7	2.3
Sarvesvagge	0	1.3	22.8	0	41.8	0.8	13.9	13.0	0	0
Pårekgegend	20.1	3.9	18.6	0	28.7	1.8	5.1	2.5	3.6	1.7

Mit Hilfe dieser Ziffern können wir den Rapadalen als durch Reichtum an B I b 1, B II b 2, B II a ausgezeichnet charakterieiren; dagegen besitzt die Gegend nur unbedeutend B I a. Beachtenswert ist ferner das Auftreten von B II b, III a und III b.

Die für den Sarvesvegge am meisten hervortretenden Züge sind Reichtum an B I b 2, B II a, C II, C III sowie der gänzliche Mangel an B I a, III a und III b; die unbedeutende Ziffer für B I b 1 verdient ebenfalls Beachtung.

Die das Pårekgebiet am meisten kennzeichnenden Züge sind Reichtum an B I a und B II a; dagegen kommen B I b 1 und B I b 2 nur mässig vor. III a und III b zeigen durch die Ziffern ebenfalls den Charakter der Zusammensetzung der Vegetation.

Geht man ferner auf die Areale der innerhalb der Taxierungstypen vorkommenden Assoziationen ein, erhält man ein weiteres Mittel zur Charakterisierung der verschiedenen Gegenden. Von besonderem Interesse sind hierbei B I b 1, B II a und B III. Folgende Tabelle gibt Aufschluss über

die Areale der innerhalb dieser Typen taxierten Assoziationen in Prozenten des Taxierungstypus für die drei Waldgebiete ausgedrückt.

Gebiet	B I b1		B IIa			B III	
	Empetrum-reich	*Betula nana*-reich	Kräuter-reich	*Solidago*-reich	Gras-reich	*Carex*-reich	*Kräuter*-reich
Rapadalen	76.8	23.2	95.6	4.1	0.3	70.9	29.1
Sarvesvagge.....	100.0	0	82.1	16.8	1.1	42.9	57.1
Pårekgebiet	43.5	56.5	58.1	40.0	1.9	80.9	19.1

Der *Betula nana*-reiche Moosbirkenwald scheint seine grösste Häufigkeit in mageren Gegenden (Pårek) zu haben; in den reichen Gebirgstälern (Sarvesvagge) fehlt er gänzlich. Während der Hochstaudenwiesenbirkenwald die üppigen Waldgegenden charakterisiert, erreicht der *Solidago*-Birkenwald eine hohe Ziffer in dem an dürftigen Heidebirkenwäldern reichen Pårekgebiet. Die kräuterreichen Birkenmoore und Moorgebüsche sind, wie übrigens zu erwarten war, in den an Wiesenbirkenwäldern reichen Gegenden am häufigsten.

V. Der Birkenwald in den übrigen Teilen des Sarekgebietes.

Ausser den drei taxierten Birkenwaldgebieten, deren Vegetation oben behandelt wurde, gibt es auch an einigen anderen Stellen im Sarekgebiete Birkenwälder. Da ich jedoch keine Gelegenheit gehabt habe, die Zusammensetzung dieser Wälder durch Linientaxierung zu untersuchen, ist es mir unmöglich, irgendwelche Ziffern über die Arealausdehnung der Pflanzengesellschaften in diesen anzugeben. Die hier in Frage stehenden Birkenwälder befinden sich im Njåtsosvagge, um den Sitojaure und am östlichen Ufer des Virihaure. Von diesen Wäldern kenne ich ziemlich gut die im Njåtsosvagge und am Virihaure; den Wald um den Sitojaure dagegen habe ich nur an einigen Stellen besucht. Die Zusammensetzung der Vegetation in diesen Wäldern wird am leichtesten durch einen Vergleich mit den taxierten Gegenden beleuchtet. Da die Schilderungen derselben sich einzig und allein auf Schätzung gründet, und ich aus Erfahrung weiss, wie leicht man das relative Areal eines Vegetationstypus fehlerhaft beurteilt, kann den folgenden Angaben nicht dieselbe Genauigkeit beigemessen werden wie den durch Linientaxierung gewonnenen. Da aber meine Fähigkeit, das Areal der Typen zu beurteilen durch die Taxierungen bedeutend gehoben wurde, wage ich anzunehmen, dass meine Schätzungen sich wenigstens den wirklichen Verhälthissen nähern.

Der Njåtsosvagge ist ein Tal von ungefähr demselben Typus wie der

Rapadalen; doch fallen hier die Bergabhänge nicht so steil ab wie dort. Die die grössten Flächen deckende Pflanzengesellschaft ist der heidelbeerreiche Mossbirkenwald. Auch Wiesenbirkenwälder sind von grosser Bedeutung, besonders an der Mündung des Tales bei Säkok. Auf den stark kupierten Talseiten tritt *Empetrum*-reicher Moosbirkenwald auf. Flechtenbirkenwald wie auch farnreicher Birkenwald dürften fehlen. Wiesenweidengebüsche sowie Moorgebüsche kommen in der Talsohle um den Fluss herum reichlich vor, Grasmoose dagegen nur spärlich.

Der Birkenwald am Virihaure hat keine spezifischen Züge, sondern ist an verschiedenen Stellen in seiner Zusammensetzung hochgradig wechselnd. Ganz nahe am Staloluokta dürfte die Vegetation eine Zusammensetzung haben, die gewissermassen der im Sarvesvagge entspricht; hier dominieren die Wiesenbirkenwälder. Auf dem Titirnjarka dagegen sind die Heidebirkenwälder, besonders der heidelbeerreiche und der *Empetrum*-reiche vorherrschend. Dort tritt auch, obgleich spärlich, Flechtenbirkenwald auf.

Der östliche Teil des Waldes um den Sitojaure gleicht dem bei Pårek darin, dass die Flechtenbirkenwälder reichlich auftreten. Doch dürfte der heidelbeerreiche Moosbirkenwald dominierend sein und Wiesenbirkenwald nur spärlich vorkommen. Wiesenweidengebüsche und besonders Moorgebüsche nehmen grosse Flächen ein; ebenso verhält es sich mit den Zwergstrauchmooren und Grasmooren. Gegen das Westende des Sees werden die Berghänge steil und die Wiesenbirkenwälder machen dem heidelbeerreichen Moosbirkenwald den ersten Platz strittig.

B. Die regio alpina.

Während der grösste Teil des Birkenwaldgebietes linientaxiert vorliegt, wurden auf dem Kahlgebirge nur relativ kleine Partien taxiert. Dies hatte seinen Grund sowohl in der geringen Zeit, die mir zur Verfügung gestanden, als auch in den oft sehr grossen Schwierigkeiten in den ausserordentlich steilen Sarekbergen nach bestimmten Linien durchzudringen. Doch wurden ungefähr 90^2 km des Kahlgebirges taxiert. Da die Vegetation innerhalb des taxierten Gebietes je nach der Beschaffenheit des Substrates, den Schneeverhältnissen, der Topographie usw. bedeutend variiert, habe ich dasselbe in mehrere kleinere Partien mit so homogener Vegetation wie nur möglich aufgeteilt. Ich erhielt dadurch fünf getrennte Gebiete, welche hier unten jedes für sich behandelt werden.

I. Der untere Rapadalen.

Dieses Gebiet umfasst das vegetationsbewachsene Kahlgebirge auf den Netirtjåkko, Råtnik, Vassjatjåkko und Kåtoktjåkko. Das Areal des Gebietes ist etwas über 28 km^2. Der Berggrund besteht nach A. Hamberg

(1910 b) aus Syenit. Dieser ist kalkarm und deshalb wenig nahrungsreich, was sich auch in der Vegetation bemerkbar macht. Bezüglich der Topographie des Gebietes wäre anzuführen, dass sich die unteren Teile der *regio alpina* auf den steil abfallenden Talseiten des Rapadalen befinden, die oberen Teile liegen auf dem grossen Hochplateau. — Die durch Taxierung gewonnenen Ziffern sind folgende:

C I b	= 3,8 %	D I b 1	= 6,8 %
C II	= 10,3 %	E I	= 15,8 %
C III	= 0,9 %	E II a	= 1,3 %
III b	= 0,8 %	E II b	= 5,5 %
D I a	= 8,6 %	F	= 4,9 %
D I b 4	= 10,9 %	I	= 30,4 %

Die moosreichen Gebüsche, C I b, sind sämtlich *Betula nana*-reich. Die Wiesenweidengebüsche, C II, besitzen Kräuter in der Feldschicht. Die Moorgebüsche, C III, sind zu 71,4 % aus *Carex*-reichem und zu 28,6 % aus kräuterreichem Moorgebüsch gebildet. Von den Grasmooren, III b, sind 28,1 % *Carex aquatilis*-Moor, 6,3 % *Eriophorum polystachium*-Moor, 43,7 % *E. Scheuchzeri*-Moor, 21,9 % *Carex rigida*-Moor. Die flechtenreichen Heiden, D I a, bestehen aus 35,9 % *Empetrum*-Heide, 31,9 % Heidelbeerheide, 9,0 % *Bryanthus*-Heide, 18,0 % *Cassiope hypnoides*-Heide; der Rest von 5,2 % sind *Diapensia-Loiseleuria-* sowie *Salix herbacea*-Heiden.[1] Von D I b 1 sind 91,7 % *Empetrum*-Heide, 8,0 % *Bryanthus*-Heide, der Rest von 0,3 % *Diapensia*-Heide. Die Grasheiden, E I, bestehen zu 15,2 % aus *Anthoxanthum*-Heide, 26,0 % *Carex rigida—C. Lachenalii*-Heide, 27,8 % *C. rigida*-Heide, 20,3 % *Juncus trifidus*-Heide, 10,7 % *Trisetum*-Heide. Von den Hochstaudenwiesen E II a, sind 76,5 % *Trollius*-Wiese, 5,9 % *Aconitum*-Wiese, 17,6 % *Athyrium alpestre*-Wiese. Die kurzwüchsigen Wiesen, E II b, werden zu 91,3 % aus *Ranunculus acer*-Wiese, 3,8 % aus *Sibbaldia*-Wiese, 1,9 % aus *Dryas*-Wiese, 3,0 % aus *Saussurea*-Wiese gebildet. Die Schneeböden, F, bestehen zu 43,5 % aus *Salix herbacea*-, 40,2 % *Ranunculus glacialis*-, 11,4 % *Saxifraga*-, 4,3 % *Cerastium lapponicum*-, 0,6 % Lebermoos-Schneeböden.

Die reichlich auftretenden Wiesenweidengebüsche bedecken grosse Flächen des Kahlgebirges auf den Talhängen unmittelbar oberhalb der Waldgrenze. Unter den Zwergstrauchheiden sind die Heidelbeerheiden dominierend. Von den Grasheiden, welche verhältnismässig reichlich auftreten, verdient die *Juncus trifidus*-Heide genannt zu werden. Ein Merkmal für die Kalkarmut ist, ausser dem Fehlen der *Dryas*-Heiden, die niedrige Ziffer für die Hochstaudenwiesen, ebenso dass unter den kurzwüchsigen Wiesen nahezu die einzig vorhandene die *Ranunculus acer*-Wiese ist.

[1] Bei der Taxierung wurde zwischen *Salix herbacea*-Heide und *S. herbacea*-Schneeboden unterschieden. In der Assoziationsbeschreibung wurden sie unter die »*S. herbacea*-Assoziationen» zusammengeführt.

II. Der mittlere Rapadalen.

Das Gebiet liegt auf den Unna Skårkas, Stuorra Skårkas, Låddepakte, Pelloreppe. Diese Berge sind besonders steil und der vegetationsbewachsene Teil des Kahlgebirges nimmt hauptsächlich die steilen Berghänge gegen den Rapadalen ein. Die unteren Teile des Gebietes haben Syenit als Berggrund, aber höher hinauf lagert kalkhaltiger Amphibolit (A. Hamberg 1910 b) darüber. Die Steilhänge hinab stürzen übrigens oft Amphibolitmassen, was dazu beiträgt, dass das Substrat beinahe überall, aber besonders in den oberen Teilen des Syenitgebietes kalkreich ist. Die Grösse des Gebietes beträgt 13 km² und die verschiedenen Taxierungstypen haben folgende Prozentzahlen erhalten:

C II	= 5,0 %	D I b1	= 7,5 %
III B	= 0,2 %	E I	= 4,7 %
D I a	= 19,0 %	E II a	= 6,3 %
D I b7	= 6,9 %	E II b	= 7,5 %
D I b4	= 7,1 %	F	= 3,6 %

I = 32,2 %

Die Wiesenweidengebüsche, C II, sind ganz und gar kräuterreich. Von den Grasmooren, III b, sind 75,0 % *Eriophorum Scheuchzeri*-Moor, 25,0 % *Carex saxatilis*-Moor. D I a sind zu 30,8 % *Empetrum*-Heide, 9,6 % Heidelbeerheide, 22,1 % *Bryanthus*-Heide, 12,1 % *Cassiope hypnoides*-Heide, 0,9 % *Diapensia-Loiseleuria*-Heide, 24,5 % *Salix herbacea*-Heide. D I b 7 ist aus moosreicher *Dryas*-Heide gebildet. Von D I b 1 sind 75,4 % *Empetrum*-Heide, 24,6 % *Bryanthus*-Heide. Die Grasheiden, E I, bestehen zu 21,9 % aus *Anthoxanthum*-Heide, 45,1 % aus *Carex rigida—C. Lachenalii*-Heide, 13,4 % aus *C. rigida*-Heide, 17,1 % aus *Trisetum*-Heide, 2,5 % aus *Dryas*-Grasheide. Die Hochstaudenwiesen, E II a, sind zu 87,2 % *Trollius*-Wiese, 11,9 % *Aconitum*-Wiese, 0,9 % *Athyrium alpestre*-Wiese. Von den kurzwüchsigen Wiesen, E II b, sind 59,5 % *Ranunculus acer*-Wiese, 34,4 % *Dryas*-Wiese, 4,6 % *Saussurea*-Wiese, 1,5 % *Saxifraga aizoides*-Wiese. Die Schneeböden, F, bestehen aus 30,7 % *Salix herbacea*-Schneeboden, 17,7 % *Ranunculus glacialis*-Schneeboden, 48,4 % *Saxifraga*-Schneeboden, 1,6 % *Catabrosa*-Schneeboden, 1,6 % Lebermoos-Schneeboden.

Die Wiesenweidengebüsche bedecken nur unbedeutende Flächen. Stattdessen kommen Zwergstrauchheiden in grosser Häufigkeit vor. Unter diesen sind *Dryas*-, *Empetrum*-, sowie *Bryanthus*-Heiden besonders zu erwähnen; Heidelbeerheiden dagegen sind nicht besonders hervortretend. Grasheiden und Schneeböden, unter denen der *Saxifraga*-Schneeboden in der Majorität ist, spielen eine unbedeutende Rolle. Beachtenswert häufig sind Hochstaudenwiesen, und unter den kurzwüchsigen macht die *Dryas*-Wiese einen guten Teil aus. Die ganze Vegetation zeigt deutlich das Gepräge eines kalkreichen Substrates. Ebenso deutlich ist es auch, dass die schneevortragenden Pflanzengesellschaften in diesem Gebiete kaum eine Rolle spielen.

III. Der obere Rapadalen.

Dies Gebiet liegt auf den Bergen Pelatjåkko, Sarvatjåkko, Tjågnoris und Mikkatjåkko; es umfasst 30—31 km.² Der Berggrund besteht beinahe über all aus Amphibolit (A. Hamberg 1910 b). Die topgraphischen Verhältnisse sind in diesem Gebiete recht wechselreich. Ausser steilen Berghängen, gibt es Hochebenen sowie tief liegende Tälern, zum grössten Teil mit Eiszeitablagerungen gefüllt, welche keinen nennenswerten Kalkgehalt besitzen. Der Schnee bleibt auch auf recht niederen Niveaus lange liegen. Die prozentische Verteilung der Taxierungstypen ist folgende:

C I a	= 0,8 %	D I b 7	= 2,1 %
C I b	= 3,2 %	D I b 4	= 4,7 %
C II	= 2,0 %	D I b 1	= 3,5 %
C III	= 3,0 %	E I	= 17,6 %
III a	= 0,2 %	E II a	= 0,2 %
III b	= 3,5 %	E II b	= 6,0 %
D I a	= 21,9 %	F	= 6,2 %

I = 25,1 %

C I a ist aus *Betula nana*-Heide zusammengesetzt; C I b zu 94,0 % aus *Betula nana*-Heide, zu 6,0 % aus *Salix*-Heide. Die Wiesenweidengebüsche, C II, sind kräuterreich. Die Moorgebüsche, C III, bestehen aus 88,4 % *Carex*-reichem und 11,6 % kräuterreichem. Von den Zwergstrauchmooren, III a, sind 42,9 % *Rubus chamæmorus*-reich, 57,1 % *Salix*-reich. Die Grasmoore, III b, sind aus 54,2 % *Carex aquatilis*-Moor, 27,8 % *C. saxatilis*-Moor, 4,1 % *Eriophorum polystachium*-Moor, 1,4 % *E. Scheuchzeri*-Moor, 1,4 % *Juncus filiformis*-Moor und 11,1 % *Carex-rigida*-Moor gebildet. Von D I a sind 30,9 % *Empetrum*-Heide, 27,9 % Heidelbeerheide, 8,9 % *Bryanthus*-Heide, 22,3 % *Cassiope hypnoides*-Heide, 2,9 % *Diapensia-Loiseleuria*-Heide, 7,0 % *Salix herbacea*-Heide, 0,1 % *Vaccinium uliginosum*-Heide. D I b 7 besteht aus 96,4 % moosreicher *Dryas*-Heide, 3.6 % *Carex rupestris*-Heide. D I b 1 ist zu 68,1 % *Empetrum*-Heide, zu 31,9 % *Bryanthus*-Heide. Von den Grasheiden, E I, sind 16,0 % *Anthoxanthum*-Heide, 44,9 % *Carex rigida—C. Lachenalii*-Heide, 35,0 % *Carex rigida*-Heide, 1,3 % *Juncus trifidus*-Heide, 0,8 % *Trisetum*-Heide, 1,8 % *Dryas*-Grasheide, 0,2 % *Nardus*-Heide. Die Hochstaudenwiesen, E II a, bestehen aus 60,0 % *Trollius*-Wiese, 20,0 % *Angelica*-Wiese, 10,0 % *Athyrium alpestre*-Wiese, 10,0 % *Calamagrostris purpurea*-Wiese. Von den kurzwüchsigen Wiesen, E II b, sind 40,1 % *Ranunculus acer*-Wiese, 52,0 % *Dryas*-Wiese. 6,2 % *Sibbaldia*-Wiese, 1,7 % *Saussurea*-Wiese. Die Schneeböden, F, sind aus 60,2 % *Salix herbacea*-Schneeboden, 15,0 % *Ranunculus glacialis*-Schneeboden, 15,0 % *Saxifraga*-Schneeboden, 0,4 % *Catabrosa*-Schneeboden, 9,4 % Lebermoos-Schneeboden gebildet.

Die Wiesenweidengebüsche spielen in diesem Gebiete eine unbedeutende Rolle. Auf den tieferen Ebenen und in den Tälern treten reichlich Grasmoore, wie *Carex aquatilis*- und *C. saxatilis*- Moor auf. Von den Zwergstrauchheiden, unter denen die flechtenreichen in der Mehrheit sind, seien besonders die *Empetrum*-, Heidelbeer- und *Cassiope hypnoides*-Heiden genannt. Moosreiche *Dryas*-Heide kommt spärlich vor. Auf lange liegenden Schnee deuten die relativ hohen Ziffern für Grasheiden, Schneeböden und kurzwüchsige Wiesen hin; von den letztgenannten spielt die *Dryas*-Wiese die grösste Rolle.

IV. Das Ålkatj-Gebiet.

Dieses Gebiet umfasst die Berge Ålkatj und Telma. Der Berggrund besteht grösstenteils aus Amphibolit (A. Hamberg, 1910 b), aber mehr als das kalkreiche Substrat gibt der lange liegenbleibende Schnee der Zusammensetzung der Vegetation sein Gepräge. Die topographischen Verhältnisse zeichnen sich durch steile Bergseiten und grosse zusammenhängende Hochplateaus aus. Die Grösse des Gebietes beträgt 16—17 km². Das Areal der Taxierungstypen wird aus den folgenden Prozentziffern ersichtlich:

C I a =	1,3 %	D I b4 =	6,3 %
C I b =	1,9 %	D I b1 =	4,2 %
C II =	11,4 %	E I =	17,7 %
C III =	3,2 %	E II a =	5,1 %
III b =	1,2 %	E II b =	7,6 %
D I a =	12,9 %	F =	8,2 %
		I =	19,0 %

Von C I a sind 77,8 % *Betula nana*-Heide, 22,2 % *Salix*-Heide. C I b ist aus *Betula nana*-Heide gebildet. Die Wiesenweidegebüsche, C II, bestehen aus 93,1 % kräuterreichem Gebüsch und 6,9 % *Solidago*-reichem. Die Moorgebüsche, C III, sind zu 94,6 % *Carex*-reich, zu 5,4 % kräuterreich. Von den Grasmooren, III b, sind 60,0 % *Carex aquatilis*-Moor, 20,0 % *C. rigida*-Moor, 8,0 % *Juncus filiformis*-Moor, 4,0 % *Carex juncea*-Moor, 8,0 % *Eriophorum Scheuchzeri*-Moor. D I a besteht aus 42,0 % *Empetrum*-Heide, 38,1 % Heidelbeerheide, 4,3 % *Bryanthus*-Heide, 14,5 % *Cassiope hypnoides*-Heide, 1,1 % *Diapensia-Loiseleuria*-Heide. Von D I b1 sind 92,2 % *Empetrum*-Heide, 7,8 % *Bryanthus*-Heide. Die Grasheiden, E I, sind zu 23,7 % *Anthoxanthum*-Heide, 42,4 % *Carex rigida-C. Lachenalii*-Heide, 7,4 % *C. rigida*-Heide, 2,3 % *Juncus trifidus*-Heide, 24,2 % *Trisetum*-Heide. Von den Hochstaudenwiesen, E II a, sind 34,2 % *Trollius*-Wiese, 41,5 % *Aconitum*-Wiese, 16,2 % *Angelica*-Wiese, 8,1 % *Athyrium alpestre*-Wiese. Die kurzwüchsigen Wiesen, E II b, bestehen aus 80,0 % *Ranunculus acer*-Wiese, 9,1 % *Dryas*-Wiese, 10,9 % *Saussurea*-Wiese. Von den Schneeböden, F, sind 63,6 % *Salix herbacea*-Schneeboden, 8,0 % *Ranunculus glacialis*-Schneeboden, 17,6 %

Saxifraga-Schneeboden, 2,8 % *Catabrosa*-Schneeboden, 1,7 % *Cerastium lapponicum*-Schneeboden und 6,3 % Lebermoos-Schneeboden.

Besonders charakteristisch für das Gebiet ist die hohe Ziffer für die Wiesenweidengebüsche.[1] *Dryas*-Heide fehlt und auch die übrigen Zwergstrauchheiden kommen nur verhältnismässig spärlich vor. Dagegen haben alle jene Pflanzengesellschaften eine hohe Frequenz, welche eine langdauernde Schneebedeckung für ihre Existenz erfordern, wie Grasheiden, Schneeböden, hoch- und kurzwüchsige Wiesen. Bezüglich der letztgenannten dürfte auch der Kalk eine gewisse Rolle für diese nahrungsfordernden Assoziationen spielen, obgleich man aus den niedrigen Ziffern für die *Dryas*-Heide kaum einen direkten Ausdruck für reichliches Vorkommen von Kalk gewinnen kann.

V. Das Perik-Gebiet.

Obzwar ich für dieses Gebiet nur eine einzige Taxierungslinie habe, will ich es jedoch im Zusammenhang mit den übrigen erwähnen, da es eine Pflanzengesellschaft besitzt, die ganz und gar in den übrigen fehlt, aber hier ebenso wie auf der ganzen Westseite des Kukkesvagge in der Zusammensetzung der Vegetation eine bedeutende Rolle spielt, nämlich die *Cassiope tetragona*-Heide. In dem eigentlichen Sarekgebiet ist sie auf dieser Tal beschränkt und wird erst auf den Bergen südlich vom Virihaure wiedergefunden. Die Ursache dieser eigenartigen Ausbreitung wurde bereits früher besprochen. — Die Taxierungslinie repräsentiert ein Gebiet von etwa 2,5 km² und die Taxierungstypen verteilen sich folgendermassen:

C I a	= 3,1 %	D I b7	= 8,4 %
C I b	= 4,4 %	D I b4	= 6,9 %
C III	= 7,2 %	D I b1	= 14,1 %
III a	= 0,6 %	E I	= 8,1 %
III b	= 1,9 %	F	= 1,6 %
D I a	= 32,8 %	I	= 10,9 %

Da diese einzige Taxierungslinie natürlich durchaus nicht als repräsentativ für ein grösseres Gebiet vorausgesetzt werden kann, ist es unnötig, über die verschiedenen unter diesen Taxierungstypen befindlichen Assoziationen zu berichten. Es kann genügen, zu erwähnen, dass D I b7 in diesem Falle ganz und gar aus moosreicher *Cassiope tetragona*-Heide besteht. Die hohe Ziffer für D I a ebenso das Fehlen von E II a und E II b sind sicher nur Zufall, und wären mehrere Linien hier taxiert worden, würde selbstverständlich eine Änderung eingetreten sein. Das Interesse knüpft sich jedoch besonders an die *Cassiope tetragona*-Heide; ihre Prozentzahl dürfte in diesem Einzelfalle doch ziemlich niedrig sein, denn überall wo ich in diesen Gegen-

[1] Zu beachten ist auch deren grosse Häufigkeit in dem mit diesem Gebiete zusammenhängenden Sarvesvagge (vergl. oben).

den diese Gesellschaft habe vorkommen sehen, waren grosse Flächen damit bewachsen. Die Assoziation gehört zu den Pflanzengesellschaften, welche bis zur Grenze der geschlossenen Vegetation gehen, ob diese nun hoch oben auf den Bergen oder an den rezenten Moränen der Gletscher liegt.

VI. Vergleich zwischen der Vegetation auf den taxierten Gebieten der regio alpina.

In derselben Weise wie für die Waldgebiete kann man durch direkten Vergleich zwischen der Vegetation auf den verschiedenen Berggegenden deren charakteristische Züge scharf beleuchten. Von den fünf Berggebieten war jedoch eines, das Perik-Gebiet, so unvollständig bekannt, dass es in untenstehende Behandlung nicht aufgenommen wird. Die folgende Tabelle zeigt die Prozentzahlen der wichtigsten Taxierungstypen in den vier Berggruppen.

Gebiet	C II	D Ia	D I b7	D I b4	D I b1	E I	E IIa	E IIb	F	I
Unt. Rapadalen...	10.3	8.6	0	10.9	6.8	15.8	1.3	5.5	4.9	30.4
Mittl. » ...	5.0	10.0	6.9	7.1	7.5	4.7	6.3	7.5	3.6	32.2
Ober. » ...	2.0	21.9	2.1	4.7	3.5	17.6	0.2	6.0	6.2	25.1
Ålkatj-Gebiet.....	11.4	12.9	0	6.3	4.2	17.7	5.1	7.6	8.2	19.0

Das Gebiet »Unterer Rapadalen» ist durch seinen Reichtum an Wiesenweidengebüschen gekennzeichnet und besitzt sowohl Grasheiden als auch Wiesen und Schneeböden in mässiger Frequenz; die Zwergstrauchheiden spielen eine untergeordnete Rolle, aber unter diesen macht sich besonders die Heidelbeerheide bemerkbar.

Der »mittlere Rapadalen» ist besonders reich an Zwergstrauchheiden, u. a. *Dryas*-Heide, sowie Hochstauden- und kurzwüchsigen Wiesen. Grasheiden und Schneeböden kommen nur wenig vor.

Der »obere Rapadalen» zeichnet sich durch seine Armut an Wiesenweidengebüsche und Wiesengesellschaften überhaupt aus. Statt dessen kommen Zwergstrauchheiden und Grasheiden häufig vor.

Das »Alkatj-Gebiet» besitzt Wiesenweidengebüsche, Wiesen, Grasheiden, und Schneeböden in grosser Frequenz. Zwergstrauchheiden dagegen kommen in ungewöhnlich geringer Ausdehnung vor.

Die Ziffern der angeführten Tabelle sprechen eine deutliche Sprache in bezug auf die Bedeutung einer lange liegenden Schneebedeckung für die Zusammensetzung der Vegetation. Man braucht nur die Summe der Grasheiden einerseits und die der Zwergstrauchheiden andererseits für den »mittleren Rapadalen» und das »Ålkatj-Gebiet» zu vergleichen.

Aber auch das Vorkommen oder Fehlen von Kalk im Substrat kommt hinsichtlich der prozentischen Verteilung der Pflanzengesellschaften gut zum Ausdruck. In nachstehender Tabelle wird die relative Häufigkeit einiger Assoziationen gezeigt, deren Existenz mehr oder weniger vom Nahrungsreichtum im Substrate abhängig ist. Das Areal der Assoziationen ist in Prozenten des betreffenden Taxierungstypus ausgedrückt.

Gebiet	D I b7	D Ia		D I b1		E IIb		IIIa	E I
	Dryas-Heide	*Empetrum*-Heide	*Bryanthus*-Heide	*Empetrum*-Heide	*Bryanthus*-Heide	*Ranunculus acer*-Wiese	*Dryas*-Wiese	*Carex saxatilis*-Moor	*Dryas*-Grasheide
Unt. Rapadalen	0[1]	35.9	9.0	91.7	8.0	91.3	1.0	0	0
Mittl. »	+[2]	30.8	22.1	75.4	24.6	59.5	34.7	+	+
Ober. »	+	30.9	8.6	68.1	31.9	40.1	52.0	+	+
Ålkatj-Gebiet	0	42.0	4.3	92.2	7.8	80.0	9.1	0	0

In den Gegenden, wo *Dryas*-Heide vorkommt, treten das *Carex saxatilis*-Moor und die *Dryas*-Grasheide auf, sonst nicht. Die *Dryas*-Wiese besitzt jedenfalls eine weitaus grössere Ausbreitung in den kalkreichen Gebieten als in den kalkarmen. Und endlich will es scheinen, als ob die *Bryanthus*-Heiden durch das Vorkommen von Kalk im Substrate begünstigt würden, obgleich sie zwar nicht an kalkreiche Gegenden gebunden sind, sondern auch in sehr kalkarmen auftreten.

C. **Vergleich zwischen den Werten, welche durch Linientaxierung mit 1,5 km und 3 km Entfernung zwischen den Linien erhalten wurden.**

Wie oben erwähnt wurde, kann man eine Kontrolle der Taxierungsresultate durch Vergleich der prozentischen Werte, welche mit einer Linienentfernung von 1,5 km und 3 km erhalten wurden, ausführen. Werden die Differenzen nicht allzu gross, hat man Grund zur Annahme, dass die erhaltenen Ziffern der Wirklichkeit recht gut entsprechen. Der zwischen Taxierung mit 1,5 km und mit 3 km Linienentfernung vorliegende Unterschied dürfte in jedem Falle grösser sein als der Unterschied zwischen Taxierung mit 1,5 km Linienentfernung und der Wirklichkeit. Beträgt die

[1] Bezeichnet, dass die Assoziation in dem Gebiete fehlt.

[2] » » » » » » » vorkommt.

erstgenannte Differenz nicht mehr als etwa 5 % ist man meiner Meinung nach berechtigt, das Resultat als ein sehr gutes anzusehen. Ich will hier unten einige Tabellen anführen, welche die Zuverlässigkeit meiner Taxierungen repräsentativ beleuchten. Da es kaum nötig ist, alle Tabellen mitzuteilen, begnüge ich mich mit den nachstehenden.

Der Birkenwald des Rapadalen.

		B Ia	B I b1	B I b2	B IIb	B IIa	B III	C Ib	C II	C III	IIIa	IIIb	D Ia	D I b7	D I b4	D I b1	E I	E IIa	I
1.5 km		1.0	11.5	38.7	0.6	25.0	4.3	0.3	4.4	2.7	1.7	2.3	0.5	0.1	0.7	1.5	0.2	0.4	4.1
3 km	gerade Linien	0.4	9.1	34.7	0.5	27.8	4.1	0.2	7.2	2.7	2.4	1.6	0.6	0.1	1.2	2.0	0.4	0.6	4.1
	ungerade Linien	1.7	14.4	43.6	0.8	21.4	4.5	0.4	0.9	2.6	0.8	3.3	0.3	0	0	0.9	0.1	0.1	4.1

Die grösste Differenz beläuft sich auf 4.0, bzw. 4.9 %.

Der Birkenwald des Sarvesvagge.

		B I b1	B I b2	B IIa	B III	C II	C III	D Ia	D I b4	E I	E IIa	I
1.5 km.....		1.3	22.8	41.8	0.8	13.0	13.0	2.8	1.3	0.2	2.5	0.5
3 km	gerade Linien	2.2	21.2	46.3	0.6	13.3	8.8	3.7	0	0	3.9	0
	ungerade Linien	0	25.2	34.9	1.2	12.6	19.2	1.5	3.3	0.6	0.3	1.2

Die grösste Differenz beläuft sich auf 4.5, bzw. 6.2 %.

Die *regio alpina* des oberen Rapadalen.

		C Ia	C Ib	C II	C III	III a	III b	D Ia	D I b7	D I b4	D I b1	E I	E IIa	E IIb	F	I
1.5 km		0.8	3.2	2.0	3.0	0.2	3.5	21.9	2.1	4.7	3.5	17.6	0.2	6.0	6.2	25.1
3 km	gerade Linien	1.2	3.0	2.0	4.6	0.1	5.9	20.1	0	4.9	4.8	18.9	0.2	5.4	4.4	24.5
	ungerade Linien	0.6	3.4	2.0	1.8	0.3	1.8	23.2	3.5	4.6	2.6	16.7	0.2	6.3	7.5	25.5

Die grösste Differenz beläuft sich auf 2.4, bzw. 1.7 %.

Die *regio alpina* des Ålkatj-Gebietes.

		C II	IIIb	D Ia	D I b7	D I b4	D I b1	E I	E IIa	E IIb	F	I
1.5 km		5.0	0.2	19.0	6.9	7.1	7.5	4.7	6.3	7.5	3.6	32.2
3 km	gerade Linien	8.9	0.1	19.7	7.2	9.1	7.1	2.1	8.1	4.1	2.0	31.6
	ungerade Linien	1.1	0.2	18.5	6.6	5.2	7.8	7.6	4.5	10.8	5.0	32.7

Die grösste Differenz beläuft sich auf 3.9, bzw. 3.9 %.

Die angeführten Ziffern zeigen, dass der Unterschied zwischen den mit 1,5 km und 3 km Linienentfernung ausgeführten Taxierungen höchstens 6,2 % erreicht. Dies ist gleichzeitig die höchste Differenz, welche für sämtliche Taxierungen notiert wurde, und ich erachte dies als eine besonders kräftige Stütze für die Zuverlässigkeit der Taxierungen. Die grösste Differenz zeigt, wie zu erwarten war, das Sarvesvagge-Gebiet, das nicht grösser ist als 6—7 km²; für die übrigen Gebiete sind die Differenzen geringer.

Bezüglich der Differenzen zwischen Taxierungen mit 1,5 und 3 km Entfernung ist noch ein Umstand zu beachten. Im Birkenwalde sind es die ihrem Areal nach am weitesten ausgebreiteten Typen, welche die grösste Differenz aufweisen.[1] Auf dem Kahlgebirge dagegen sind es Typen mit relativ kleiner Prozentzahl, welche die grössten Variationen zeigen. Dies deutet darauf, dass im Birkenwalde die Pflanzengesellschaften verhältnismässig gleicher verteilt sind, während in der *regio alpina* lokale Verhältnisse eine grössere Rolle bei der Verteilung der Pflanzengesellschaften spielen.[2] In den hier angeführten Fällen sind es die Grasmoore und die Wiesengebüsche, deren Prozentzahlen am meisten variieren. Für den, der mit den Vegetationsverhältnissen im Gebirge vertraut ist, ist dies kaum eine Überraschung, denn diese gehören zu den Pflanzengesellschaften, die vor allem fleckenweise auftreten, während die übrigen im allgemeinen mehr gleichmässig verbreitet sind.

[1] Von theoretischen Gesichtspunkten aus müssen übrigens die Pflanzengesellschaften, die eine Prozentziffer um 50 herum besitzen, die grössten Variationen aufweisen (vergl. FRIES 1919).

[2] Dies gilt natürlich nur für das hier behandelte Gebiet. Ob dasselbe auch für andere Gebirgsgegenden gilt, muss bis auf weiteres unentschieden gelassen werden.

Literaturverzeichnis.

Andersson, G., Klimatet i Sverige efter istiden. — Nordisk Tidskrift. Stockholm 1903.

—— och Birger, S., Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria. — Norrländskt Handbibliotek. V. Uppsala 1912.

Andersson, N. J., Plantæ vasculares circa Quickjock Lapponiæ Lulensis. — Upsala 1844.

—— Anteckningar om en resa i Umeå, Piteå och Luleå Lappmarker sommaren 1845. — Bot. Not. 1846. Lund 1846.

—— Conspectus vegetationis lapponicæ. — Upsala 1846.

—— Aperçu de la végétation et des plantes cultivées de la Suède. — Stockholm 1867.

Arnell, H. W. und Jensen, C., Die Moose des Sarekgebietes. — Naturwiss. Unters. des Sarekgebirges in schwed. Lappland, geleit. von Dr A. Hamberg. Bd III. Stockholm 1907, 1910.

Birger, S., Om Härjedalens vegetation. — Ark. f. Bot. utg. af K. Sv. Vet.-Akad. Bd 7. Uppsala 1908.

—— Kebnekaisetraktens flora. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 6. Stockholm 1912.

Björnström, F. J., Grunddragen af Piteå Lappmarks växtfysionomi. — Akad. Abh. Upsala 1856.

Borg, V., Beiträge zur Kenntniss der Flora und Vegetation der finnischen Fjelde. I. — Akad. Abh. Helsingfors 1904.

Braun, J. et Furrer, E., Remarques sur l'étude des groupements de plantes. — Bull. de la Soc. Languedoc. de Géogr. Tome 36. Montpellier 1913.

Braun, J., Les Cévennes méridionales (massif de l'Aigoual), étude phytogéographique. — Arch. des Sc. phys et nat. Ser. 4. Vol. 39, 40. Genève 1915.

Braun(-Blanquet), J., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. — Beitr. zur geobot. Landesaufnahme. 4. Zürich 1918.

Brockmann-Jerosch, H., Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. — Die Pflanzengesellschaften der Schweizeralpen. I. Leipzig 1907.

—— Der Einfluss des Klimacharakters auf die Verbreitung der Pflanzen und Pflanzengesellschaften. — Englers Bot. Jahrb. Bd 49. Beibl. 109. Leipzig 1913.

—— Baumgrenze und Klimacharakter. — Beitr. zur geobot. Landesaufnahme. 6. Zürich 1919.

—— und Rübel, E., Die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. Leipzig 1912.

Brückner, E., Höhengrenzen in der Schweiz. — Naturw. Wochenschrift. N. F. Bd IV. N:o 52. 1905.

Bühler, A., Studien über die Baumgrenze im Hochgebirge. — Ber. d. schweiz. bot. Ges. H. VIII. Zürich 1908.

Christ, H., Das Pflanzenleben der Schweiz. — Zürich 1879.

Cleve-Euler, A., Zum Pflanzenleben in nordschwedischen Hochgebirgen. — Bih. t. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd 26. Stockholm 1901.

—— Skogsträdens höjdgränser i trakten af Stora Sjöfallet. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 6. Stockholm 1912.

De Candolle, A., Géographie Botanique raisonée. Tome premier. — Paris 1855.

De Quervain, A., Die Hebung der atmosphärischen Isothermen in der Schweizer Alpen und ihre Beziehung zu den Höhengrenzen. — Beitr. zur Geophysik. Herausg. von G. Gerland. Bd VI. Leipzig 1904.

Du Rietz, G. E., Fries, Th. C. E. und Tengwall, T. Å., Vorschlag zur Nomenklatur der soziologischen Pflanzengeographie. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 12. Stockholm 1918.

Du Rietz, G. E., Fries, Th. C. E., Osvald, H. und Tengwall, T. Å., Gesetze der Konstitution natürlicher Pflanzengesellschaften. — Vet. och prakt. unders. i Lappland anordn. af Luossavaara—Kiirunavaara A.-B. Meddel. från Abisko Nat. Vet. Stat. 3. Uppsala 1920.

Eblin, B., Die Vegetationsgrenzen der Alpenrosen. — Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen. Jahrg. 52. Bern 1901.

Fankhauser, F., Der oberste Baumwuchs. — Ibid. Jahrg. 52. Bern 1901.

Flahault, Ch., Premier essai de nomenclature phytogéographique. — Bull. Soc. Languedoc. de Géogr. XXIV. Montpellier 1901.

—— Sur les limites superieures de la végétation forestière et les prairies pseudoalpines en France. — Rev. des eaux et forêts. XVI. 1901.

—— und Schröter, C., Phytogeographische Nomenklatur. Berichte und Vorschläge. — IIIe Congrès intern. de Botanique. Bruxelles 1910. Zürich 1910.

Flückiger, O., Die obere Grenze der menschlichen Siedelungen in der Schweiz. — Zeitschr. f. schweiz. Statistik. Jahrg. 1906. Bern 1906.

Fries, E., Öfversikt af den skandinaviska jordens växtlighet. — Bot. Utfl. Bd 3. Stockholm 1864.

Fries, Th. C. E., Einige Beobachtungen über postglaciale Regionenverschiebungen im nördlichsten Schweden. — Bull. of Geol. Inst. of Upsala. Vol. IX. Upsala 1910.

—— Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. — Vet. och prakt. unders. i Lappland anordn. af Luossavaara—Kiirunavaara A.-B. Akad. Abh. Upsala 1913.

—— Über die regionale Gliederung der alpinen Vegetation der fennoskandischen Hochgebirgen. — Ibid. Uppsala 1917.

—— Några kritiska synpunkter på skogsgränsproblemet. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 12. Stockholm 1918.

—— Den synekologiska linjetaxeringsmetoden. — Vet. och prakt. unders. i Lappland anordn. af Luossavaara—Kiirunavaara A.-B. Meddel. från Abisko Nat. Vet. Stat. 2. Uppsala 1919.

Fries, Th. M., Lichenographia Scandinavica. I—II. — Upsaliæ 1871—74.

Fritsch, M., Über Höhengrenzen in den Ortleralpen. — Wissenschaftl. Veröff. des Vereins für Erdkunde zu Leipzig 1895. Bd II. Leipzig 1895.

Frödin, J., Studier över skogsgränserna i norra delen av Lule Lappmark. — Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2. Bd 13. N:o 2. Lund 1916.

Förteckning öfver Skandinaviens växter, utg. af Lunds Bot. Förening. — Lund 1907.

Gavelin, A., Om trädgränsens nedgång i de svenska fjälltrakterna. — Skogsvårdsför. Tidskr. 1909. Fackuppl. Stockholm 1909.

GAVELIN, A., Trädgränsförskjutningarna inom Kamajokks vattenområde. — Sveriges Geol. Unders. Ser. C. Årsbok 3. (1909). Stockholm 1910.
HAMBERG, A., Sarjekfjällen. — Ymer. Årg. 21. Stockholm 1901.
—— Die Eigenschaften der Schneedecke in den lappländischen Gebirgen. — Naturwiss. Unters. des Sarekgebirges in schwed. Lappland, geleit. von Dr A. HAMBERG. Bd I. Stockholm 1907.
—— Die Geomorphologie und Quartärgeologie des Sarekgebirges. — Geol. För. Förh. Bd 32. Stockholm 1910. (1910 a).
—— Gesteine und Tektonik des Sarekgebirges nebst einem Überblick der skandinavischen Gebirgskette. — Ibid. Bd 32. Stockholm 1910. (1910 b).
—— Iakttagelser över lufttemperatur och skogsgränser i Sarektrakten. — Ibid. Bd 37. Stockholm 1915.
HAMBERG, H. E., Medeltal och extremer af Lufttemperaturen i Sverige 1856—1907. — Bih. t. Meteorol. Iakttag. i Sverige utg. af K. Sv. Vet.-Akad. Bd 49. 1907. Uppsala 1908.
—— Nederbörden i Sverige 1860—1910. — Ibid. Bd 52. 1910. Uppsala 1911.
—— Storleken av temperaturens dagliga variation på den Skandinaviska halvön. — Ibid. Bd 54. 1912. Uppsala 1914.
HARTMAN, C. J., Handbok i Skandinaviens Flora. 11:te uppl. — Stockholm 1879.
HEINTZE, A., Växttopografiska studier i Åsele Lappmark. II. — Ark. f. Bot. utg. af K. Sv. Vet.-Akad. Bd 13. Uppsala 1913.
HELLAND, A., Trægrænser og Sommerværmen. — Tidskr. f. Skogsbruk udg. af det norske Skogselskab. Aarg. 20. Kristiania, 1912.
HOLM, V. F., En resa i Lappland och Norge. — Bot. Not. 1875. Lund 1875.
HOLMERZ, C. G. och ÖRTENBLAD, TH., Om Norrbottens skogar. — Bih. t. Domänstyr. underdån. ber. rör. skogsväs. år 1885. Stockholm 1886.
HULT, R., Försök till en analytisk behandling af växtformationerna. — Akad. Abh. Helsingfors 1881.
—— Die alpinen Pflanzenformationen des nördlichsten Finlands. — Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica. 14. Helsingfors 1887.
—— Växtgeografiska anteckningar från den Finska Lappmarkens skogsregioner. — Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Bd 16. Helsingfors 1898.
HÖGBOM, A. G., Norrland. Naturbeskrifning. — Norrländskt Handbibliotek. I. Uppsala 1906.
IMHOF, E., Die Waldgrenze in der Schweiz. — Beitr. zur Geophysik. Herausg. von G. GERLAND. Bd IV. Leipzig 1900.
JACCARD, P., Gesetze der Pflanzenverteilung der alpinen Regionen. — Flora oder Allg. bot. Zeitung. Bd 90. 1902.
—— Lois de Distribution florale dans la Zone alpine. — Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. Vol. 38. Lausanne 1902.
—— Nouvelles recherches sur la Distribution florale. — Ibid. Vol. 44. Lausanne 1908.
—— Étude comparative de la Distribution florale dans quelques formations terrestres et aquatiques. — Rév. gén. bot. Paris 1914.
JEGERLEHNER, J., Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. — Beitr. zur Geophysik. Herausg. von G. GERLAND. Bd V. Leipzig 1903.
KELLGREN, A. G., Om grangränsen i Lule Lappmark. — Geol. För. Förh. Bd 15. Stockholm 1893. (1893 a).
—— Några observationer öfver trädgränserna i våra sydliga fjälltrakter. — Öfvers. af K. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. 1893. Stockholm 1893. (1893 b.)

KERNER, A., Das Pflanzenleben der Donaulaender. — Innsbruck 1863.
KIHLMAN, A. O., Pflanzenbiologische Studien aus russisch Lappland. — Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. T. VI. Helsingfors 1890.
LÆSTADIUS, L. L., Om möjligheten och fördelen af allmänna uppodlingar i Lappmarken. — Stockholm 1824.
LAGERBERG, T., Markflorans analys på objektiv grund. — Skogsvårdsför. Tidskr. Bd 13. Stockholm 1915.
LIEZ, H., Die Verteilung der mittleren Höhe in der Schweiz. — Jahresber. der Geogr. Ges. von Bern. Bd XVIII. Bern 1903.
LINDMAN, C. A. M., Svensk fanerogamflora. — Stockholm 1918.
LINNÆUS, C., Flora Lapponica. — Amstelodamæ Batavorum 1737.
—— Iter Lapponicum, utg. af TH. M. FRIES. — C. VON LINNÉS skrifter utg. af K. Sv. Vet.-Soc. I. Uppsala 1906.
MAREK, R., Waldgrenzstudien in den Österreichischen Alpen. — PETERM. Mitt. Ergänzungsh. N:o 168. Gotha 1910.
MELIN, E., Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation. — Norrländskt Handbibliotek. VII. Akad. Abh. Uppsala 1917.
MIDDENDORFF, A. v., Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Bd IV. Übersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens Th. I. — S:t Petersburg 1867.
MIKULA, H., Die Hebung der atmosphärischen Isothermen in den Ostalpen und ihre Beziehung zu den Höhengrenzen. — Geogr. Jahresber. aus Österreich. Jahrg. IX. Wien 1911.
MOHN, H., Klima-Tabeller for Norge. I, III. — Kristiania 1895, 1897.
NATHORST, A. G., Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer. — Geol. För. Förh. Bd 7. Stockholm 1885.
NILSSON, A., Om Norrbottens växtlighet med särskild hänsyn till deras skogar. — Tidskr. för Skogshushålln. 1897. Stockholm 1897.
—— Svenska växtsamhällen. — Ibid. 1902. Stockholm 1902.
NILSSON(-CAJANUS), B., Die Flechtenvegetation des Sarekgebirges. — Naturwiss. Unters. des Sarekgebirges in schwed. Lappland, geleit. von Dr A. HAMBERG. Bd III. Stockholm 1907.
NORMAN, J. M., Beretning om en i Gudbrandsdalen fortagen botanisk Reise. — Nyt Mag. for Naturvidensk. 1851. Kristiania 1851.
—— Norges arktiske flora. — Kristiania 1894—1901.
NYMAN, E., Vegetationsbilder från Lappland. — Bot. Not. 1895. Lund 1895.
PALMGREN, A., Studier öfver löfängsområdena på Åland. III. — Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Bd 42. Helsingfors 1917.
PAVILLARD, J., Les Progrès de la Nomenclature dans la Géographie botanique. — Ann. de Géogr. T. XXVII. Paris 1918.
—— Remarques sur la Nomenclature phytogéographique. — Montpellier 1919.
POST, L. v., Geol. För. Förh. Bd 40. Stockholm 1918.
RAUNKIÆR, C., Livsformernes Statistik som Grundlag for biologisk Plantegeografi. — Bot. Tidskr. Bd 29. København 1908.
—— Formationsundersøgelse og Formationsstatistik. — Ibid. Bd 30. København 1909.
—— Formationsstatistiske Undersøgelser på Skagens Odde. — Ibid. Bd 33. København 1912.
—— Om Valensmetoden. — Ibid. Bd 34. København 1916.

REISHAUER, H., Höhengrenzen der Vegetation in den Stubaier Alpen und in der Adamello-Gruppe. — Wissensch. Veröff. des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. Bd VI. Leipzig 1904.

RENVALL, A., Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. — Helsingfors 1912.

RÜBEL, E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. — ENGLERS Bot. Jahrb. Bd 47. Leipzig 1912.

SAMUELSSON, G., Studien über die Vegetation bei Finse im inneren Hardanger. — Nyt Mag. f. Naturvidensk. Bd 55. Kristiania 1916.

—— Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarne. — Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. Ser. IV. Vol. 4. N:o 8. Upsala 1917.

SCHIMPER, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. — Jena 1898.

SCHRÖTER, C., Das St. Antöniertal im Prättigau in seinen wirtschaftlichen und pflanzengeographischen Verhältnissen. — Landw. Jahrb. d. Schweiz. IX. Bern 1895.

—— Das Pflanzenleben der Alpen. — Zürich 1908.

SERNANDER, R., Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. — ENGLERS Bot. Jahrb. Bd 15. Leipzig 1892.

—— Studier öfver vegetationen i mellersta Skandinaviens fjälltrakter. 1. Om tundraformationer i svenska fjälltrakter. — Öfvers. af K. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. 1898. Stockholm 1898.

—— Sveriges växtvärld i forntid och nutid. — Sveriges Rike, utg. af J. F. NYSTRÖM. Stockholm 1899.

—— Geol. För. Förh. Bd 22. Stockholm 1900.

—— Bidrag till den västskandinaviska vegetationens historia i relation till nivåförändringarna. — Geol. För. Förh. Bd 24. Stockholm 1902.

—— Flytjord i svenska fjälltrakter. — Ibid. Bd 27. Stockholm 1905.

—— *Stipa pennata* i Västergötland. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 2. Stockholm 1908.

—— De norrländska skogarnas förhistoria. — Skogsvårdsför. Tidskr. 1917. Bil. I. Stockholm 1917.

SMITH, H., Postglaciala regionförskjutningar i norra Härjedalens och södra Jämtlands fjälltrakter. — Geol. För. Förh. Bd 33. Stockholm 1911.

SVENONIUS, F., Geol. För. Förh. Bd 14. Stockholm 1892.

—— Om skärf- eller blockhafven på våra högfjäll. — Ibid. Bd 31. Stockholm 1909.

SYLVÉN, N., Studier öfver vegetationen i Torne Lappmarks björkregion. — Ark. f. Bot. utg. af K. Sv. Vet.-Akad. Bd 3. Stockholm 1904.

TENGWALL, T. Å., Geol. För. Förh. Bd 37. Stockholm 1915.

—— Über die Bedeutung des Kalkes für die Verbreitung einiger schwedischen Hochgebirgspflanzen. — Sv. Bot. Tidskr. Bd 10. Stockholm 1916.

—— Iakttagelser över fjällbjörkskogens övre begränsning och ekologi i Sveriges nordliga Lappmarker. — Ibid. Bd 12. Stockholm 1918.

—— Referat von G. SAMUELSSON. Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarne. — Ibid. Bd 13. (1919). Stockholm 1920.

VAHL, M., Les types biologiques dans quelques formationes végétales de la Scandinavie. — Overs. over d. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. 1911. København 1911.

—— The Growth-forms of some plant formations of Swedish Lappland. — Dansk Bot. Ark. Bd 1. Kjøbenhavn 1913. (1913 a).

VAHL, M., Livsformerne i nogle Svenske moser. — Mindeskrift for JAPETUS STEENSTRUP. København 1913. (1913 b).
—— The Growth-Forms of some Plant-Formations of southern Norway. — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddel. I. København 1919.
WAHLENBERG, G., Berättelse om mätningar för att bestämma Lappska fjällens högd och temperatur vid 67° polhögd, förrättade år 1807. — Stockholm 1808.
—— Flora Lapponica. — Berolini 1812.
—— De vegetatione et climate in Helvetia septentrionali. — Turici Helvetorum 1813.
—— Flora Carpatorum principalium. — Göttingæ 1814.
—— Flora Suecica. — Upsaliæ 1824.
WARMING, E. und GRÆBNER, P., EUG. WARMINGS Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. — Berlin 1918.
VESTERGREN, T., Om den olikformiga snöbetäckningens inflytande på vegetationen i Sarjekfjällen. — Bot. Not. 1902. Lund 1902.

Inhaltsverzeichnis.

Seite.

Einleitung ..... 269.

Allgemeine Übersicht über das Gebiet sowie Einteilung in Regionen ..... 272.

Die Waldgrenze in der Lule Lappmark ..... 286.

Die Pflanzengesellschaften ..... 320.

- Birkenwälder ..... 327.
  - Heidebirkenwälder ..... 328.
  - Wiesenbirkenwälder ..... 334.
  - Moorbirkenwälder ..... 342.
- Gebüsche ..... 346.
  - Heidegebüsche ..... 347.
  - Wiesengebüsche ..... 349.
  - Moorgebüsche ..... 352.
- Feldschichtgesellschaften ..... 355.
  - Wiesen ..... 355.
  - Zwergstrauchheiden ..... 365.
  - Grasheiden ..... 385.
  - Schneebodengesellschaften ..... 394.
  - Grasmoore ..... 402.
  - Zwergstrauchmoore ..... 407.
- Submerse Pflanzengesellschaften ..... 408.

Vegetationsbeschreibung ..... 409.

- Die regio subalpina ..... 414.
- Die regio alpina ..... 420.
- Vergleich zwischen den Werten, welche durch Linientaxierung mit 1,5 km und 3 km Entfernung erhalten wurden ..... 427.

Literaturverzeichnis ..... 430.

Inhaltsverzeichnis ..... 436.

Die Waldgrenzisohypsen in der Lule Lappmark ..... Taf. 10

Karte über die Regionen der Vegetation des Sarekgebietes ..... » 11

Gedruckt am 18. Mai 1920.